Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Інститут комп`ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»

МАТЕРІАЛИ
XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.

м.ОДЕСА

Ministry of education and science of ukraine
Odessa national university of technology
P.N. Platonov Institute of computer engineering, automation, robotics and programming

«INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION– 2023»

PROCEEDINGS OF THE XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

OCTOBER 19 - 20, 2023

ODESSA

ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
PRESIDIUM AND ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONFERENCE

ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ
CHAIRMAN OF THE PRESIDIUM

Єгоров Б.В., Президент ОНТУ, академік НААН України, д.т.н., професор

ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ
MEMBERS OF THE PRESIDIUM

Іванченкова Л.В., Ректор ОНТУ, д.е.н., професор
Поварова Н.М., проректор з наукової роботи, к.т.н., доцент

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ
CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Котлик С.В. – директор навчально-наукового інституту комп`ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доц.

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ
DEPUTY CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Хобін В.А. – д.т.н., професор кафедри АТПтаРС ОНТУ

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ
MEMBERS OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Panagiotis Tzionas, prof. (Thessaloniki, Greece)
Qiang Huang, prof. (Los Angeles C.A., USA)
Yangmin Li, prof (Macao, China)
Артеменко С.В., проф., (Одеса, Україна)
Романюк О.Н., проф. (Вінниця, Україна)
Грабко В.В., проф. (Вінниця, Україна)
Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)
Ладанюк А.П., проф. (Київ, Україна)
Лисенко В.Ф., проф. (Київ, Україна)
Любчик Л.М., проф. (Харків, Україна)
Палов І., проф. (Русе, Болгарія)
Стовкова В.Д., доц. (Тракия, Болгарія)
Суслов В., доц. (Кошалін, Польща)
Артем'єв П., проф. (Ольштин, Польща)
Судацевські В., доц. (Кишинів, Молдова)
Аманжолова С., доц. (Алмати, Казахстан)

УДК 004.01/08

Інформаційні технології і автоматизація – 2023 / Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 19-20 жовтня 2023 р**.** - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 451 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області IT та автоматизації, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямами і спеціальностями програмного забезпечення, обчислювальної техніки і автоматизованих систем, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам з комп'ютерного моделювання та розробки комп'ютерних ігор.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Рекомендовано для публікації Вченою Радою Одеського національного технологічного університету від 20.10.2023 р., протокол № 5.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

Редактор збірника Котлик С.В.

©Одеський національний технологічний університет, 2023

UDC 004.01/08

Information Technologies and Automation - 2023 / Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 19-20, 2023. - Odessa, ONTU Publishing House, 2023 – 451 p.

The collection includes materials of reports of conference participants, which are united by thematic areas of the conference.

The collection will be useful for professionals and employees of companies engaged in the field of IT, as well as for teachers, masters and students of higher education institutions studying in the areas and specialties of computer software and automated systems, applied mathematics and information processing, will be useful to professionals on computer modeling and development of computer games.

The results of research in the collection are a kind of slice of the current state of affairs in these areas of knowledge, which can help both professionals and university students to get a general picture of the development of information technology and related issues.

Scientific papers are grouped by areas of the conference and are listed in alphabetical order of the authors.

Materials (abstracts) are published in the author's edition. The author is responsible for the quality and content of publications.

Recommended for publication by the Academic Council of the Odessa National University of Technology dated October 20, 2023, protocol No. 5.

Materials are submitted in Ukrainian and English.

Editor of the collection Sergii Kotlyk.

© Odessa national university of technology 2023

ПРОБЛЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

- ***МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ***
- ***УПРАВЛІННЯ, ОБРОБКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ***
- ***АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ***
- ***НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ***
- ***ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ***
- ***КОМП'ЮТЕРНІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ***
- ***ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ***
- ***КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І WEB-ДИЗАЙН***
- ***БІБЛІОМЕТРИКА. ІНФОРМАТИЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО, НАУКОВОГО, ДОСЛІДНОГО ПРОЦЕСІВ***
- ***ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ***
- ***3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА 3D ДРУК***

PROBLEMS OF THE CONFERENCE

- ***MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION OF COMPLEX PROCESSES***
- ***MANAGEMENT, PROCESSING AND PROTECTION OF INFORMATION***
- ***AUTOMATION AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES***
- ***NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION***
- ***DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS AND SOFTWARE COMPLEXES***
- ***COMPUTER TELECOMMUNICATION NETWORKS AND TECHNOLOGIES***
- ***ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION OF ROBOTIC SYSTEMS***
- ***COMPUTER GAMES AND WEB DESIGN***
- ***BIBLIOMETRIC. INFORMATIZATION OF EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, RESEARCH PROCESSES***
- ***INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE***
- ***3D MODELING AND 3D PRINTING***

ПЕРЕДМОВА

Сьогоднішні дні мало хто з українських учених назве сприятливими для досліджень – військовий стан, окупація частини нашої території, нестача фінансування, розрив багатьох налагоджених зв'язків, у тому числі міжнародних… Проте наука все одно не стоїть на місці, розвивається, особливо це стосується таких передових технічних напрямів, як інформаційні технології, автоматизація, робототехніка. Ці галузі є основними для багатьох виробничих сфер, створення нових виробів, в загалі для технічного прогресу.

Нині дистанційний обмін інформацією між вченими – чи не єдина можливість отримати дані про передові ідеї у своїй галузі, про шляхи розвитку свого сегменту ринку, про проривні задуми інших дослідників.

Найбільше це можливо під час проведення онлайн-конференцій, коли їхні учасники, не виїжджаючи зі своєї країни та міста, обмінюються результатами своїх досягнень. Таке знайомство із сучасним станом справ у науковій галузі дозволяє заощадити як час, так і ресурси. Тому так важливо сьогодні брати участь у таких зустрічах, а організовувати їх – завдання взагалі першорядне.

Ця збірка тез доповідей складається з наукових праць, які надіслали на XVI Міжнародну науково-практичну конференцію «Інформаційні технології та автоматизація – 2023» вчені з України, Молдови, Казахстану, Грузії, Німеччини та Литви. Конференція пройшла 19 та 20 жовтня 2023 року у Одеському національному технологічному університеті (Україна), у її роботі взяла участь достатньо велика кількість учасників (65 організацій, 196 тез доповідей), від студентів до професорів. Конференції з ІТ та автоматизації, які проводяться в ОНТУ, все більше привертають увагу вчених та викладачів з усієї України, та й не лише з нашої країни. Можливість оперативної публікації результатів своїх досліджень, обміну думками, доброзичливої критики роблять такі зустрічі дуже привабливими.

У даному збірнику представлені всі наукові дослідження, результатами яких захотіли поділитися учасники конференції. Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів. Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції.

PREFACE

Few Ukrainian scientists would call these days favorable for research - martial law, occupation of part of our territory, lack of funding, severance of many established connections, including international ones... However, science still does not stand still, it is developing, especially in such advanced technical areas , such as information technology, automation, robotics. These industries are fundamental for many production areas, for the creation of new products, and in general for technical progress.

Currently, remote exchange of information between scientists is perhaps the only opportunity to obtain data on advanced ideas in their industry, on ways to develop their market segment, and on the breakthrough ideas of other researchers.

This is most possible during online conferences, when their participants, without leaving their country and city, exchange the results of their achievements. Such familiarity with the current state of affairs in the scientific field saves both time and resources. That’s why it’s so important to participate in such meetings today, and organizing them is a top priority.

This collection of abstracts consists of scientific papers sent to the XVI International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Automation - 2023” by scientists from Ukraine, Moldova, Kazakhstan, Georgia, Germany and Lithuania. The conference was held on October 19 and 20, 2023 at the Odessa National Technological University (Ukraine), and was attended by a fairly large number of participants (65 organizations, 196 abstracts), from students to professors. Conferences on IT and automation held at ONTU are increasingly attracting the attention of scientists and teachers from all over Ukraine, and not only from our country. The possibility of quickly publishing the results of your research, exchanging opinions, and friendly criticism make such meetings very attractive.

This collection presents all the scientific research, the results of which the conference participants wanted to share. Scientific works are grouped according to the areas of work of the conference and are listed in alphabetical order by the names of the authors. Materials (abstracts of reports) are published in the author's edition.

ЗМІСТ
CONTENT

Учасники конференції	21
РОЗДІЛ 1. МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ	22
EXTENDED OPTIMAL CONTROL TASK FOR COMBATING DISINFORMATION. **Kereselidze N. G.** (Sokhumi State University, Georgia)	22
USING KADEMLIA PROTOCOL FOR MESSAGE BROADCASTING. **Mazurok I., Yezhkova A., Tsarenko A.** (Odesa Mechnikov National University, Ukraine)	25
USING OF P-SYSTEMS FOR MODELING OF PARALLEL COMPUTING ARCHITECTURES. **Munteanu S., Sudacevschi V., Ababii V., Carbune V.** (Technical University of Moldova, Republic of Moldova)	27
МОДЕЛЮВАННЯ СИТУАЦІЙ У БІЗНЕС-ПРОЕКТАХ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АСПЕКТІВ СИСТЕМИ. **Бандоріна Л.М., Дідус О.М., Климкович Т.О.** (Український державний університет науки і технологій, Україна)	29
ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ РИНКУ ПРАЦІ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ІГОР. **Боровський Д.В.** (Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова", Україна)	32
АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ НАПОВНЕНОСТІ ЗУПИНОК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ. **Буренко В. О.** (Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна)	35
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ТЕСТУВАЛЬНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. **Войцеховський А.С., Щербакова Г.Ю.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	38
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ. **Галин С.В., Вичужанін В. В.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	40
АВТОМАТИЗОВАНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ. **Граняк В. А.** (Вінницький національний аграрний університет, Україна)	42
ОПТИМІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ. **Рощупкін Є. С., Гречка О. В.** (Харківський національний університет Повітряних Сил, Україна)	45
ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ХВИЛЕУТВОРЕННЯ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ТОНКОСТІННОЇ СКЛАДЕНОЇ ОБОЛОНКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ВІДСІКАМИ НЕНУЛЬОВОЇ ГАУСОВОЇ КРИВИЗНИ. **Грищак В. З.** (Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", Україна), **Грищак Д. В.** (Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України), **Д'яченко Н. М., Купріков В. О.** (Запорізький національний університет, Україна)	47
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ. **Д. Гурін, В. Грижак** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	49
ІЄРАРХІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ІНСТРУМЕНТ СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПРИКЛАДІ РЕГУЛЯЦІЇ ГЛІКЕМІЇ. **Кіфоренко С.І., Лавренюк М.В.** (Міжнародий науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)	50
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ В МАШИНОРЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: АСПЕКТИ І ВИКЛИКИ. **Ковалевський С.В,, Ковалевська О.С., Сидюк Д.М.**	53

(Донбаська державна машинобудівна академія, Україна)	
МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ. **Іохов О. Ю., Стратійчук І. О.** (Національна академія Національної гвардії України), **Кот В. В.** (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	55
ІМОВІРНІСТЬ ОДНОЧАСНОЇ ПОЯВИ ТРЬОХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОДІЙ У СХЕМІ БЕРНУЛЛІ. **Котереу Є. І.** (Донецький національний технічний університет, Україна)	57
SIMULATION OF A CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL FOR AGREEMENT A SHARED SECRET KEY-PERMUTATION OF SIGNIFICANT DIMENSION WITH ITS ISOMORPHIC REPRESENTATIONS. **Krasilenko V. G., Kiporenko S. S., Chikov I. A., Nikitovych D. V.** (Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia National Technical University, Ukraine)	58
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОРІННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОСТІ ПРОЦЕСІВ. **Кривченко Ю.В., Кривченко А.А.** (ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", Україна)	62
МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ. **Іохов О. Ю., Манько А. В.** (Національна академія Національної гвардії України), **Кухтін М. О.** (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна", Україна)	65
CONSTRUCTING AN ATTRACTIVE ROUTE BY SOLVING THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM. **I.Mazurok, K.Veremiov** (Odessa Mechnikov National University, Ukraine)	67
STATISTICAL MODELS OF PIPE CONFIGURATIONS FOR ASSESSMENT OF DEFECTS IN INFRASTRUCTURE OBJECTS. **Mysiuk R.V.** (Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine)	69
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ БІЗНЕС-ОТОЧЕННЯ КОМПАНІЇ. **Москаленко В.Ю, Гринченко М.А.** (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна)	72
Experimental data processing with a small sample: a combination of probabilistic and interval analysis methods. **Potanina T.V., Yefimov O.V**. (National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Ukraine)	74
МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ І НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ. **Ракитянська Г.Б., Прус Б.В.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	75
МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ'ЯТІ КОМП'ЮТЕРА. **Резніченко О.В., Архипова В.В.** (ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна)	78
МОДЕЛЮВАННЯ РЕЙТИНГОВОЇ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА. **Савчук Л. М., Бандоріна Л. М., Удачина К. О.** (Український державний університет науки і технологій, Україна)	79
РОЗДІЛ 2. УПРАВЛІННЯ, ОБРОБКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ	82
BASIC PRINCIPLES OF RSA AND ASYMMETRIC CRYPTOGRAPHY. **Umirbekov.K.R. Ismailova R.T.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	82
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВРАЗЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРИ ТЕСТУВАННІ НА ПРОНИКНЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ OSINT. **Болтач С.В., Миронов І.В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	84
КІБЕРБЕЗПЕКА В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ **Бутенко Т. А.** (Харківський державний біотехнологічний університет, Україна)	85
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ У ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТАХ. **Владімірова В.Б., Селіванова А.В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	87
INVESTIGATION OF THREAD RACE PROBLEM IN MULTITHREADED PROGRAMS. **Zhulkovska I.I.[1], Zhulkovskyi O.O.[2], Sheiko M.A.[1], Vokhmianin H.Ya.[2]** ([1]University of Customs and Finance, Dnipro, [2]Dniprovsky	89

State Technical University, Kamianske, Ukraine)	
RESEARCH ON THE DETECTION OF SQL INJECTION ATTACKS BASED ON THE STRING MATCH APPROACH. **A. Корр** (National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine)	90
КВАНТУВАННЯ ТРАНСФОРМАНТ ДВОВИМІРНИХ ОРТОГОНАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ УЩІЛЬНЕННІ ЗОБРАЖЕНЬ. **Майданюк В. П., Матвійчук О. В.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	93
ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СЕРВІСУ SAAS. **Пономаренко В.Ю.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	96
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО БЕЗПЕКИ ХМАРНИХ ПРОГРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ DEVSECOPS. **Пономаренко В.Ю.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	98
АНАЛІЗ АТАК ПРОГРАМ-ШАНТАЖИСТІВ У MICROSOFT AZURE **Пономаренко В.Ю.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	100
КІБЕРАТАКИ НА ДЕРЖАВНОМУ РІВНІ: ВАЖЛИВІТЬ БОРОТЬБИ ТА ДОСВІД КРАЇН. **Радзіховська А.О., Січко Т.В.** (Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна)	102
АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ІТ-КОМПАНІЙ В СФЕРІ ПРАВОВИХ ПИТАНЬ МІЖНАРОДНОГО ЗАКОНОДАВСТВА. **Рейфман Р.В., Бодюл О.С.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	104
ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ У ПРАВОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ. **Соменко О.О.** (Центральноукраїнський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна», **Соменко Д.В.** (Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, Україна)	105
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ У БОРТОВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ. **Чайковський О.Р., Селіванова А.В.** (Одеський національний технічний університет, Україна)	107
РОЗДІЛ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ	109
SYSTEM OF ORE-STREAM QUALITY REMOTE MONITORING IN THE ENVIRONMENT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF MINING PRODUCTION. **Almas S. M.** (East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Republic of Kazakhstan)	109
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НАСІННЄРУШНИХ МАШИН ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ. **Буйваленко А.А.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	111
AUTOMATIC GAS SHUT-OFF DEVICES: NEW METHODS IN SELF-DIAGNOSIS AND EARLY FAULT IDENTIFICATION. **D.Velychko, A.Nakonechny** (Lviv polytechnic national university, Ukraine)	112
ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ. **Гратій Т.І., Охрімчук В.С.** (Фаховий коледж нафтогазових технологій, інженерії та індустрії сервісу ОНТУ, Україна)	115
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ. **Заврічко С.С.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	117
РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОМ ПТЛ ПРИЙМАННЯ ЗЕРНА ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ НА МОРСЬКОМУ ЗЕРНОВОМУ ТЕРМИНАЛІ В М. ОДЕСА. **Кір'язов І.М., Шестопалов С.В., Степанов М.Т., Хобін В.А.** (SE Group	118

International, Одеський національний технологічний університет, Україна)	
МІКРОПРОЦЕСОРНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ОЧИСТКИ РОСЛИНИХ ОЛІЙ. **Кобзар О.В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	120
ПРИКЛАДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЛОГІЧНОГО КЕРУВАННЯ В ПРОГРАМІ STATEFLOW. **Левінський М.В., Левінський В.М.** (Національний університет «Одеська морська академія», Одеський національний технологічний університет, Україна)	122
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ КРІОГЕННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. ІНТЕРФЕЙС СИСТЕМИ. **Монченко М.Ю., Мамренко В.О., Селіванова А. В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	123
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ГРУПУВАННЯ З МЕТОЮ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ КЛІЄНТСЬКИХ СЕГМЕНТІВ. **Олійник С.В., Бойко Б.М.** (Національний університет "Львівська політехніка", Україна)	125
МОДЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB Simulink ДЛЯ КОНТРОЛЕРІВ З ВИКОНАВЧОЮ СИСТЕМОЮ CoDeSys V3.5. **Пашков С. О., Філярський В. І., Петренко Д. С.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	128
ПОРІВНЯННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ОБШИВКИ КРИЛ ЛІТАКІВ З КРИЛОМ НАДВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ З АЕРОДИНАМІЧНИМ ПІДКОСОМ ТА ЛІТАКІВ З КРИЛОМ ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ. **Пелих В. П., Андрющенко В. М.** (Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Україна)	131
КОНТРОЛЕР З ВИКОНАВЧИМ СЕРЕДОВИЩЕМ CoDeSys НА БАЗІ ОДНОПЛАТНОГО КОМП'ЮТЕРА BEAGLEBONE BLACK. **Петренко Д. С., Філярський В. І., Пашков С. О., Мазур О. В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	133
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЧИННИК ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ НА ШЛЯХУ ДО БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ. **Пунченко Н.О.** (Одеський державний аграрний університет, Україна)	136
КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ ЯКОСТІ ВЕРСТАННЯ КНИЖКОВОГО ВИДАННЯ. **Сельменська З. М., Плахтина З. І.** (Українська академія друкарства, Україна)	139
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПАСТЕРИЗАЦІЇ ПИВА В ТУНЕЛЬНОМУ ПАСТЕРИЗАТОРІ РОЗШИРЕННЯМ ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ. **Сережонок М.В. (**Одеський національний технологічний університет, Україна)	141
ВИКОРИСТАННЯ ПОЛОЖЕНЬ МІЖНАРОДНИХ КОНЦЕПЦІЙ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ І МАСТИЛ. **Тюріна Є. О., Ярощук Л. Д.** (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	142
ПОТУЖНЕ ПРОГРАМОВАНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ. **Філярський В. І., Петренко Д. С., Пашков С. О., Мазур О. В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	145
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ШНЕКІВ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ. **Хоменко А.Д.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	149
МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІВ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПЕРШОГО РІВНЯ ЗРІЛОСТІ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ. **Чала О.В., Богатов Є. О.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	150
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО РУХУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛЕТАЛЬНОГО АПАРАТУ. **Герасимов С. В., Марущенко**	153

В. В., Чернявський О. Ю. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	
РОЗДІЛ 4. НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ	155
DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL VIDEO PLAYER WITH INTEGRATED SUBTITLES AND DICTIONARY SUPPORT FOR LANGUAGE LEARNING. **Kurban SH.A., Mamyrova A.K.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	155
UNIVERSITY ASSESSMENT SYSTEM. **Kurmambayev A.A., Kim Ye.R.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	156
ВЕБ-ЗАСТОСУНОК КЕРУВАННЯ ЗАВДАННЯМИ ТА ПРОЄКТАМИ. **Базарбаєв О.Ш., Калита Н.І.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	158
INFORMATIZATION OF POSTGRADUATE STUDENTS' EDUCATIONAL AND RESEARCH ACTIVITIES. **Bolokan O. S., Tataush I. I., Voinova S. O.** (Odesa national university of technology, Ukraine)	160
ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СИСТЕМУ ОНЛАЙН НАВЧАННЯ. **Бродягіна Д.А., Калита Н.І.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	162
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОГРАМНОЇ ПІДТРИМКИ ТЕСТУВАННЯ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ОНТУ. **Вівдіч Є.В., Корнієнко Ю.К.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	164
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПЛАНІВ ВИКЛАДАЧІВ КАФЕДРИ. **Защик М.О., Свинчук О.В..** (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	167
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ**. Іванова Л.В.** (Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету», Україна)	168
МАШИННЕ НАВЧАННЯ З УЧИТЕЛЕМ: НАЯВНІ МЕТОДИ ТА ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ. **Костюченко А.Д.** (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна)	171
ВИКОРИСТАННЯ BLENDER В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ. **Кривонос О.М.** (Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна)	174
ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ, АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТОРИЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ У ОСВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ. **Малініч П. П., Коваленко О. О., Малініч І. П.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	177
ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРАЦІ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ДЛЯ ВИПУСКНИКІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 122 «КОМП`ЮТЕРНІ НАУКИ». **Мальцев М.С., Селіванова А.В.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	179
ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ КАФЕДРИ. **Повх М.І., Свинчук О.В.** (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	181
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СЕРЕДНІЙ ТА ВИЩІЙ ШКОЛІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ. **Покришень Д.А.** (Чернігівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені К. Д. Ушинського, Україна)	182
ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МОДУЛЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ. **Сторожук Ю. В., Коваленко О.О.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	183
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗВІТІВ З НАУКИ ВИКЛАДАЧІВ КАТЕДРИ. **Ткаченко Р. О., Свинчук О. В., Бандурка О.І**. (Національний технічний університет України «Київський політехнічний	185

інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	
ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОІГОР НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ. **Токар І.І.** (Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Україна)	187
МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ В МЕЖАХ ПРОФЕСІЙНОГО СТАНДАРТУ ВИКЛАДАЧА ЗВО. **Шпинковський О.О., Болтьонков В.О**. (Національний університет «Одеська політехніка» , Україна)	189
РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ	192
RESEARCH OF THE KNOWLEDGE BASE FOR SPECIALISTS IN THE IT FIELD. **Maulenov T. N., Mamyrova A.K.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	192
РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-СЕРВІСУ ПРИТУЛКУ ДЛЯ ТВАРИН «PET`S PAW» **Багнюк О.В., Думенко А.М., Козійчук А.О., Романюк О.В.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	193
ЧИТАБЕЛЬНІСТЬ ТЕКСТУ У ВЕБ-ПРОСТОРІ. **Богуцький Д.В., Горбова О.В**. (Український державний університет науки і технологій, Україна)	195
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ВЕБСАЙТУ. **Болтач С.В., Запотоцький Д.О.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	196
RESEARCH OF BUSINESS PROCESSES FOR A WEB-BASED INFORMATION SYSTEM FOR FOOD STORAGE CONTROL. **Bondarenko D.B., Liutenko I.V.** (National technical university kharkiv polytechnic institute, Ukraine)	198
ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЧАСТКОВОГО ОНОВЛЕННЯ ВМІСТУ ВЕБ-СТОРІНКИ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ SPA. **Бондарчук А.П., Хлиста І. А.** (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна, Україна)	200
СЕРВІС ПОШУКУ ПРИВАТНИХ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПОБУТОВИХ ТА БІЗНЕС ЗАВДАНЬ. **Боровиков Є.О., Тройніна А.С.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	202
КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АНОМАЛІЙ У ГРАФІЧНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ. **Бут Ю.А., Рудніченко М. Д.** (Міжрегіональна академія управління персоналом, Україна)	204
АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ В СИСТЕМИ ВІДБОРУ КАНДИДАТІВ. **Гашков О.А., Гунченко Ю.О.** (Одеський національний морський університет, Україна)	206
АНАЛІЗ РОБОТИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З ПРОДАЖУ ОДЯГУ ТА ЙОГО ПРОСУВАННЯ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ. **Гешко М.М.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	207
ПРОГРАМНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕКЛАМНИМИ КАМПАНІЯМИ. **Громовий М. М.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	209
ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. **Гулевич О.О.** (Державний податковий університет, Україна)	211
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕСТ-КЕЙСІВ ТА ТЕСТ-СЦЕНАРІЇВ НА ОСНОВІ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ. **Гуральник Ф.Б.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	213
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ. **Деркач Т.М., Деркач С.М.** (Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» , Україна)	215
ДОЦІЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ГАЛУЗІ ПЕРСОНАЛЬНИХ ФІНАНСІВ. **Дідківський В. В., Антонюк Д. С., Вакалюк Т. А.** (Державний університет «Житомирська політехніка», Україна)	217
ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДАНИХ НА ПРИКЛАДІ СПОРТИВНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. **Дмитрієв М. Ю.,**	219

Полетаєв М. І. (Одеський національний морський університет, Україна)	
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ ПЕРВИННОЇ ДІАГНОСТІКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ. **Добров Р.М., Полєтаєв М.І.** (Одеський національний морський університет, Україна)	221
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ. **Дуньска Т.Ю.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	222
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ СТВОРЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ. **Євтух А.О., Манікаєва О.С.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	224
РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРВІСУ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ АКТИВІВ. **Козолуп П.Д.** (Сумський державний університет, Україна)	226
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ РОБОТИ З ОСОБИСТОЮ БІБЛІОТЕКОЮ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ. **Комлева Н. О., Бєлєй Д. С.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	228
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ГЕНЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ СТОРІНОК ДЛЯ ПРОСУВАННЯ ТОВАРІВ. **Король В. В**. (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	231
ДОЦІЛЬНІСТЬ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ МІКРОСЕРВІСНИХ КОМПОНЕНТІВ. **Котенко М.М., Янчук В.М., Вакалюк Т. А.** (Державний університет «Житомирська політехніка», Україна)	233
ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ФІНАНСОВИХ ВИТРАТ. **Крікунов В.С., Шибаєва Н.О.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	325
ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ СПРОМОЖНОСТІ ПОКУПЦІВ ДО ТОРГІВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ПРОГРАМНІ ЗАСТОСУНКИ. **Курдвановський О.О., Полєтаєв М.І.** (Одеський національний морський університет, Україна)	236
INFORMATION SYSTEM FOR EVALUATING ONLINE SHOPPING SITES. **Luzhna A. O.** (National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Ukraine)	237
РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА АКТУАЛЬНИХ ЛОТІВ ДЛЯ ОНЛАЙН-АУКЦІОНУ. **Ляховецький Д.Р., Ребрій М. С., Колосюк О. А.** (Національний університет "Одеська політехніка", Україна)	240
INFORMATION TECHNOLOGY FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF AUTOMATED TESTING. **Maltseva O. M.** (National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Ukraine)	242
ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ БІОГАЗУ. **Матіко Ф. Д., Джигирей В. О.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	245
ВИКОРИСТАННЯ ГЕКСАГОНАЛЬНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОБУДОВИ МОНІТОРІВ. **Мельник О.В.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	248
РОЛЬ МУЗЕЇВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ОСВІТІ**. Мороз А.М.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	251
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІДБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ. **Мудрик В.С., Шибаєва Н.О.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	252
АКТУАЛЬНІСТЬ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДО АГРОПРОМИСЛОВОЇ ГАЛУЗІ. **Панченко Д.О., Шибаєва Н.О.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	253
ВЕБ-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ КОЛЕКТИВНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКІВ МАРКЕТИНГОВИХ СТРАТЕГІЙ. **Пархоменко Г. С.** (Національний університет «Одеська Політехніка», Україна)	254

TOWARD THE DEVELOPMENT OF EVOLVING COMPUTERIZED SYSTEMS FOR PROCESSING KNOWLEDGE DOMAIN. **Petrenko M.G, Boyko M.O., Boyko O.Y.** (Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Ukraine)	257
МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПОКРИТТЯ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ. **Пилипенко Д. Ю., Коваленко О.О.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	259
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВРОЖАЮ ДЛЯ ПРИВАТНИХ САДОВИХ ГОСПОДАРСТВ. **Подкалюк Є.П., Гунченко Ю.О.** (Одеський національний морський університет, Україна)	261
СТВОРЕННЯ ТА ПРОСУВАННЯ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ WEB-РЕСУРСУ. **Похлєбіна Н.О.** (Одеський національний технологічний університет, Україна)	262
РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНИХ СХИЛЬНОСТЕЙ УЧНІВ**. Предеін Н.Д., Щербакова Г.Ю.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	265
АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ З МОНОРЕПОЗИТОРІЯМИ: ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ. **О. В. Прус, В. П. Майданюк** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	267
МОНІТОРИ МАЙБУТНЬОГО. **Романюк О.Н.[1], Захарчук М.Д.[1], Чехместрук Р.Ю[1], Котлик С.В.[2] , Мельник О.В[1].** [1]Вінницький національний технічний університет, [2]Одеський національний технологічний університет, Україна)	270
ПРОТОТИП ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИЧНИХ ЛІКІВ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. **Синявський О.В., Рудніченко М. Д.** (Міжрегіональна академія управління персоналом, Україна)	273
СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ВСТУПНОЇ КАМПАНІЇ ДО ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ. **Страхов Є.М., Чачко Н.Л.** (Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Україна)	275
INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSMENT OF RECOMMENDATION SYSTEMS IN TRADE. **Strilets Y.V.** (National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Ukraine)	276
ВИКОРИСТАННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ GOOGLE CLOUD VISION В РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. **Токарчук Д. О., Майданюк В. П.** (Вінницький національний технічний університет,Україна)	279
МЕТОДИКА МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ САЙТУ ПРИ РОЗРОБЦІ ТА ІНТЕГРАЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ. **Трояк К.Ю., Болтьонков В.О.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	281
ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРАЦІЇ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ З МОНІТОРИНГУ КОМУНАЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ. **Хімчук К.С., Полєтаєв М.І.** (Одеський національний морський університет»,Україна)	284
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ТА БІОЕКОНОМІКИ МІСТА. **Чорна Л.О.** (Житомирський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом», Україна), **Венажиндене М.Й.** (Сільськогосподарська академія Університету Вітаутаса Великого, Литва), **Коваленко О.О.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	285
СТВОРЕННЯ ВИМОГ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБИ ДІТЕЙ. **Шаповалова С.В., Шпинковський О.А.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	287
ПРОГРАМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАБОРОМ ФАХОВИХ ДОКУМЕНТІВ МОРЯКІВ. **Шершень А. М. О., Зіноватна С.Л.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	289
ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ В ПРОГРАМУВАННІ ВБУДОВАНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ. **Шубенок А.І., Ушкаренко О.О.** (Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна)	291

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ТОРГОВОГО ПІДПРИЄМСТВА. **Яковлева К. В.** (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	293
ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СФЕРІ ПІДБОРУ МЕДИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ. **Ямбуренко В. В., Лютенко І.В.** (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» , Україна)	296
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ГЕОЛОКАЦІЄЮ ОБЛІКУ ВИТРАТ**. В. С. Ярмола, В. П. Майданюк, О.Н. Романюк** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	299
РОЗДІЛ 6. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ	302
WAYS TO BYPASS BLOCKING ON THE INTERNET. **Shaikhiev D.,Bykhov V., Ismailova R.T.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	302
POWER DISTRIBUTION ON COMMUNICATION CHANNELS. **Shakasimov V.,Melnikov M.,Tinnikov A., Ismailova R.T.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	305
ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ ТА ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ ОПТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ. **Зобків Н.В., Обельовська К.М.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	307
ПРОБЛЕМАТИКА МАРШРУТИЗАЦІЇ ПАКЕТІВ У МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ. **Снайчук Я.Л., Обельовська К.М.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	309
Моделювання тканини з використанням системи масової пружини. **Чехместрук[1] Р. Ю., Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В**. ([1]Вінницький національний технічний університет, [2]Одеський національний технологічний університет, Україна)	311
РОЗДІЛ 7. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	313
THE USE OF EMOTIONS IN SPEECH TO CONTROL EXCEPTIONAL SITUATIONS IN ROBOTIC SYSTEMS. **[1]Borozan O., [2]Ababii C., [1]Rosca N., [1]Lungu I.** ([1]Technical University of Moldova (Republic of Moldova), [2]IAW Internationale Akademie (Germany)	313
ADAPTIVE ACTIVATION FUNCTIONS BASED ON NEURAL SUBNETWORKS. **Dekanenko K.V.** (V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine)	316
REVIEW OF MARKET BASKET ANALYSIS METHODS AND BASKET PRE-DICTION TECHNIQUES. **Korniiets R.S.** (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	319
ONTOCHATGPT: AN ADVANCED INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM FOR KNOWLEDGE GENERATION. **Kyrylo S. Malakhov** (Microprocessor Technology Lab, Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine)	320
АНАЛІЗ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ЗАВДАНЬ СЕГМЕНТАЦІЇ. **Байраченко О.В., Рудніченко М. Д.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	323
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА РЕЗЮМУВАННЯ НОВИН ДЛЯ ПОЛЕГШЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ. **Гірник Ю.В.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	325
ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КАДРІВ ВІДЕО ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТУ СПОВІЛЬНЕНОГО РУХУ. **Горностай Б.Я.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	327
СТРУКТУРА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ТА ОБУМОВЛЕННЯ ОБРАНИХ ЗАСОБІВ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЇ МОДУЛЯЦІЇ ШТУЧНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ НА ЗОБРАЖЕННЯХ. **Жадан А. С.,**	330

Селіванова А. В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ЗАХВОРЮВАНЬ ШКІРИ. **Зюков О.Л.[1], Ошивалова О.О.[1], Білошицька О.К.[1,2]** ([1] Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, [2]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	332
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ**. Іванєр В.В., Полікаровський О.І**. (Одеський національний морський університет, Україна)	335
ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНОГО РОБОТА. **Іванюк О.І., Бочарніков М.О.** (Український державний університет залізничного транспорт, Україна)	337
АНСАМБЛЬ ОДНОРІДНИХ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З УСЕРЕДНЕННЯМ РЕЗУЛЬТАТУ. **Ізонін І.В., Ільчишин Б.А., Гаврилюк М.А., Бойчук О.М.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	339
КАСКАДНИЙ КЛАСИФІКАТОР В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ. **Ізонін І.В., Музика Р.Т., Ємець К.В., Кулінченко А.Р.** (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	341
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СИСТЕМАХ, ЯКІ ВЗАЄМОДІЮТЬ З ЛЮДИНОЮ. **Карпенко В.В., Прищепа І.В., Ткачов В.О.** (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна)	343
РОЗРОБКА МОДУЛЮ АНАЛІЗУ ДАНИХ З ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. **Кислов М.О., Вичужанін В. В.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	344
РОЗРОБКА КЛАСОВОЇ СТРУКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТОВОГО КОНТЕНТУ**. Кислов А.О., Вичужанін В. В. (**Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	346
РОЗПІЗНАВАННЯ ЧЕКУ ПРОПЛАТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ OCR. **Ковтун Б.В., Романюк О.В.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	348
СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ВИКОРИСТАННЯ БІОНІЧНИХ ПРОТЕЗІВ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК. **Колнаузов І.О., Білошицька О.К.** (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	349
ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГОСТРОГО ЛІМФОБЛАСТНОГО ЛЕЙКОЗУ. **Кравченко П. К., Бурлаченко І. С.** (Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Україна)	351
АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИВЧЕННІ ПРАВИЛЬНОЇ ВИМОВИ. **Кучерявий І.В., Романюк О.В**. (Вінницький національний технічний університет, Україна)	354
ОНТОЛОГІЧНИЙ ОПИС ПРОСТОРОВОГО СЦЕНАРІЮ ПОХОДУ В СУПЕРМАРКЕТ ЗА ПОКУПКАМИ ДЛЯ ЛЮДИНИ З ВАДАМИ ЗОРУ. **Матвєйшин С.М.** (Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Україна)	356
ПРОЕКТУВАННЯ КЛАСОВОЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ МЕТЕОДАНИХ**. Миронов В.К., Вичужанін В. В.** (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	359
РОЗРОБЛЕННЯ МОДУЛЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФООРМОУТВОРЕННЯ МЕМС/МОЕМС КОМПОНЕНТІВ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ. **Невлюдов І.Ш., Теслюк С.І. Чала О.О.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	361
EVALUATING THE EFFICIENCY OF AN INTERNET NODE USING A NEURAL	364

NETWORK. **Orekhov S., Luchkovaha I., Tkachenko M.** (National Technical University “Kharkiv Polytechnical Institute”,Ukraine)	
HOUSE PRICE PREDICTION USING MACHINE LEARNING METHODS. **Peretiatko O.** (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	366
Розробка методів виявлення та уникнення перешкод для мобільних роботів на основі датчиків LiDAR і камер. **Плохой О. С., Савінов В. Ю.** (ЧНУ імені Петра Могили, Україна)	368
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РІЗНИХ СФЕРАХ ЖИТТЯ. **Подольхов М.М., Удачина К.О.** (Український державний університет науки і технологій, Україна)	370
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАГРОЗИ. **Проценко Н.М., Чорноног А.Ю.** (Державний біотехнологічний університет, Україна)	372
USAGE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DENTAL PRACTICE OPTIMIZATION. **Shabatura[1] Y.V., Rybak[2] V.R.[1]** ([1]Hetman Petro Sahaidachnyi National Ground Forces Academy, Ukraine, [2] Ukrainian National Forestry University, Ukraine)	375
РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ АГЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ НАВЧАННЯ ІЗ ПІДКРІПЛЕННЯМ**. Ткачук І.В., Рудніченко М. Д.** (Національний Університет «Одеська Політехніка», Україна)	377
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ. **Чайковський І. І.** (Національний університет “Львівська політехніка”, Україна)	379
ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ДАНИХ ПРИ ПОБУДОВІ ПОЯСНЕНЬ НА ОСНОВІ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВХІДНИМИ ДАНИМИ ТА РІШЕННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ. **Чалий Ч. Ф., Дементʼєв А.М.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	382
ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПРОВЕДЕНИХ ДІЙ ПРИ ПОБУДОВІ ПОЯСНЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ. **Чалий С.Ф, Єрохін Д.О.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	385
ВИКОРИСТАННЯ КОНТРФАКТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПОЯСНЕНЬ. **Чалий С.Ф., Лещинський В. О.** (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	387
Огляд алгоритмічного та математичного апарату для побудови системи клієнтських програм лояльності. Шубович І.В. (Державний університет «Житомирська політехніка», Україна)	389
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ MOBILNETV2 ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН. **Юшкевич Я.В., Селіванова А.В.** (Одеський національний технічний університет, Україна)	391
РОЗДІЛ 8. КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І WEB-ДИЗАЙН	393
CALCULATION OF THE RATING OF PLAYER INDICATORS TEAM GAME "CS:GO». **Aitzhanov A., Kim Ye.R.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	393
DEVELOPMENT OF COMPUTER GAMES FOR IN-DEPTH STUDY OF OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING. **Pan A.A., Kim Ye.R.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	396
FEATURES OF WEB GAME DEVELOPMENT IN THE GENRE OF VISUAL NOVELS. **Saparov D., Kim Ye.R.** (Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)	399
МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ АНІМАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ. **М. Р. Базалицький, О. Н. Романюк, М. В. Павлович** (Вінницький національний технічний університет**, Україна**)	402
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОЇ СКЛАДНОСТІ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ МАЙСТЕРНОСТІ ГРАВЦЯ У КОМП’ЮТЕРНИХ ІГРАХ. **Доценко[1] Д. В., Романюк[1] О. Н., Шевчук[2] Р.П.** (Вінницький національний технічний університет, Західноукраїнський національний університет, Україна)	405
КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА: ПРОБЛЕМИ ДОВГОСТРОКОВОГО	406

УТРИМАННЯ КОРИСТУВАЧІВ. **Дружин І. Є., Бандоріна Л.М.** (Український державний університет науки і технологій, Україна)	
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ 2D-ГРИ В ЖАНРІ ВЕРТИКАЛЬНОГО СКРОЛЛ- ШУТЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІГРОВОГО ДВИГУНА UNITY. **Джабраілов Д.В., Кривченко А.А., Нестеренко В.Д.** (ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", Україна)	408
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ РЕНДЕРИНГУ. **Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В., Романюк[1] О.В. Стахов[1] О. Я., Шевченко[1] О. О.** ([1]Вінницький національний технічний університет, [2]Одеський національний технологічний університет, Україна)	411
РОЗДІЛ 10. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ	417
COMPARING MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DIABETES PREDICTION BY HUMAN BEHAVIOR RISK FACTORS CLASSIFICATION. **Boyko N.I., Kulchytska O.Y.** (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	417
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ПІСЛЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ СТРЕСОГЕННИХ ФАКТОРІВ. **Бєлов В.М., Кіфоренко С.І., Гонтар Т.М., Козловська В.О.** (Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, Україна)	420
РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ РЕСУРСАМИ. **Вінник Д. В., Ярош Є. О., Дериш Д. В.** (Національний університет "Одеська політехніка", Україна)	422
АНАЛІЗ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОЧІПІВ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВО-АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ. **Волкова О.П., Калашнікова Л.Є.** (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	424
МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО ПСИХОЕМОЦІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ. **КобзарТ.А., Крячок Т.В.** (Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем МОН, Україна)	426
МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ СТАНІВ ДЕФІЦИТУ ВІТАМІНУ D. **Корхова А. С., Страхов Є. М.** (Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Україна)	428
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ. **Овчар С. В., Чуйко Г. П.** (Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Україна)	429
КОМП'ЮТЕРНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ПО СТАНУ ШКІРИ. **Романюк[1] О. Н., Поперечна[1] Є. К.**., **Тітова[1] Н.В., Романюк С.О.** ([1]Вінницький національний технічний університет, [2] Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	431
РОЗДІЛ 11. 3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА 3D ДРУК	434
БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ. **Завальнюк Є.К., Романюк О.Н.** (Вінницький національний технічний університет, Україна)	434
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ KINECT ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ. **Соколова О.П., Котлик Д.В.** (Одеський національний технологічний університет**, Україна**)	438
ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ У ТВЕРДОТІЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ. **Петров В.М.** (Одеський національний технологічний університет, Украина), **Познар С.С**. (НВО Агро-Симо-Машбуд, Украина)	441
СУЧАСНІ МЕТОДИ БІОПРИНТИНГУ. **Рейда[1] М. О., Клімбовський[1] Є. О., Черній[1] А. О., Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В**. ([1]Вінницький національний технічний університет, [2]Одеський національний технологічний університет, Україна)	443
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНИХ 3-D МОДЕЛЕЙ ЗА КРЕСЛЕННЯМИ МЕХАНІЗМІВ СТАРИХ ЗРАЗКІВ. **Соколова О.П., Шинкар**	445

О.В. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	
ТЕКСТУРУВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ТРИВИМІРНИХ ПЕРСОНАЖІВ. **Станіславенко[1] Є.Г., Романюк[1] О.Н., Котлик[2] С. В., Романюк[1] О.В., Стахов[1] О. Я.**	448

Учасники конференції
Conference participants

1	Dniprovsky State Technical University	Ukraine
2	East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Republic of Kazakhstan	Kazakhstan
3	IAW Internationale Akademie, Germany	Germany
4	Lviv Polytechnic National University	Ukraine
5	Microprocessor Technology Lab, Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine	Ukraine
6	SE Group International, Germany	Germany
7	Sokhumi State University, Georgia	Georgia
8	Technical University of Moldova, Republic of Moldova	Moldova
9	Turan University, chair «Information Technology», Republic of Kazakhstan	Kazakhstan
10	V. N. Karazin Kharkiv National University	Ukraine
11	Вінницький національний аграрний університет	Україна
12	Вінницький національний технічний університет	Україна
13	ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ"	Україна
14	ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»	Україна
15	ДВНЗ Донецький національний технічний університет	Україна
16	Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами	Україна
17	Державний біотехнологічний університет	Україна
18	Державний податковий університет	Україна
19	Державний університет "Житомирська політехніка"	Україна
20	Державний університет інформаційно-телекомунікаційних техн	Україна
21	Дніпровський державний технічний університет	Україна
22	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара	Україна
23	Донбаська державна машинобудівна академія	Україна
24	Донецький національний університет імені Василя Стуса	Україна
25	Житомирський державний університет імені Івана Франка	Україна
26	Житомирський інститут Приватного акціонерного товариства «ВНЗ Міжрегіональна академія управління персоналом»	Україна
27	Запорізький національний університет	Україна
28	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Україна
29	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	Україна
30	Львівський національний університет імені Івана Франка	Україна
31	Міжнародий науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНУ	Україна
32	Міжрегіональна Академія Управління Персоналом	Україна

33	Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України	Україна
34	Національна академія Національної гвардії України	Україна
35	Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного	Україна
36	Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»	Україна
37	Національний лісотехнічний університет України	Україна
38	Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”	Україна
39	Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”	Україна
40	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	Україна
41	Національний Університет "Одеська Політехніка"	Україна
42	Національний університет «Львівська політехніка»	Україна
43	Національний університет «Одеська морська академія»	Україна
44	Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»	Україна
45	Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова	Україна
46	Науково-виробниче об'єднання «Агро-Сімо-Машбуд»	Україна
47	Одеський державний аграрний університет	Україна
48	Одеський національний морський університет	Україна
49	Одеський національний технологічний університет	Україна
50	Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова	Україна
51	Сільськогосподарська академія Університету Вітаутаса Великого, м. Каунас, Литва	Литва
52	Сумський державний Університет	Україна
53	Товариство з обмеженою відповідальністю «С-Інжиніринг»	Україна
54	Український державний університет імені Михайла Драгоманова	Україна
55	Українська академія друкарства	Україна
56	Український державний університет залізничного транспорту	Україна
57	Український державний університет науки і технологій	Україна
58	Університет митної справи та фінансів	Україна
59	Харківський державний біотехнологічний університет	Україна
60	Харківський національний університет радіоелектроніки	Україна
61	Харківський національний університет Повітряних Сил	Україна
62	Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка	Україна
63	Центральноукраїнський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна»	Україна
64	Чернігівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені К. Д. Ушинського	Україна
65	Чорноморський національний університет ім. Петра Могили	Україна

Розділ 1.

Математичне і комп'ютерне моделювання складних процесів

UDC 519.6, 004.94

EXTENDED OPTIMAL CONTROL TASK FOR COMBATING DISINFORMATION

Kereselidze N. G. (nkereselidze@sou.edu.ge)
Sokhumi State University, Georgia

The work investigated a mathematical and computer model for effectively combating disinformation. In the compartmental model of the dissemination of false information in society, there are groups of citizens: - At risk, prone to the perception of misinformation; Adepts - those who accepted false information and with Immunity - those who rejected false information from the very beginning or future adepts. A barrier level for the number of adherents will be introduced as a measure of the information security of society. As a result of a computer experiment, the possibility of an uncontrolled growth in the number of adherents was identified, threatening the safety of society as a whole.

1. Introduction. A mathematical model for effectively combating disinformation was proposed in [1] in the form of an optimal control task:

$$J\left(y_4(t), M_1\right) = \int_0^T \phi(t) y_4(t)\, dt \to inf, \quad y_4(t) \in C^1, \quad M_1 \in R. \tag{1}$$

$$\begin{cases} \frac{dy_1(x)}{dx} = -\lambda y_4(x) y_1(x) - \kappa y_5(x) y_1(x) - \alpha_1 y_1(x) y_2(x) - \alpha_2 y_1(x) y_3(x), \\ \frac{dy_2(x)}{dx} = \alpha_1 y_1(x) y_2(x) + \kappa y_5(x) y_1(x) - \lambda_1 y_4(x) y_2(x) - \gamma y_2(x) - \beta_1 y_2(x) y_3(x), \\ \frac{dy_3(x)}{dx} = \gamma y_2(x) + \alpha_2 y_1(x) y_3(x) + \beta_1 y_2(x) y_3(x) + \lambda_1 y_4(x) y_2(x) + \lambda y_4(x) y_1(x), \\ \frac{dy_4(x)}{dx} = \omega_1 y_2(x)\left(1 - {y_4(x)}/{M_1}\right), \\ \frac{dy_5(x)}{dx} = \omega_2 y_1(x)\left(1 - {y_5(x)}/{M_2}\right). \end{cases} \tag{2}$$

$$\begin{cases} y_1(0) = R_0 > 0, y_2(0) = A_0 > 0, y_3(0) = I_0 \geq 0, \\ y_4(0) = N_0, \quad y_5(0) = F_0. \end{cases} \tag{3}$$

$$y_2(T) \leq 0,05M \tag{4}.$$

Where, is the size of the prowl group $y_1(t)$ - i.e. those people who are not yet under the influence of false information, but may become its adherents due to the influence of flows of false information disseminated by some source in volume $y_5(t)$. The size of the group of adherents who were influenced by misinformation is - $y_2(t)$. $y_3(t)$ - the number of groups with immunity that did not accept disinformation or freed themselves from it, to some extent under the influence of flows of anti-false information disseminated by a certain source in the amount of $y_4(t)$. Dynamic system (2) is considered on a time interval $[0;T]$. In system (2) all coefficients are constant and positive, and mean the levels of those Internet Technologies with the help of which flows of anti and false information are spread, respectively M_1 , M_2 .The coefficients of system (2) are established empirically, by the synergy of different specialists and scientists, with their help the intensity of the transition of citizens from one group to another is described.

System (3) is the initial conditions, and (4) means that at the end of the time interval the number of adherents should not exceed 5 percent of the entire society - it is believed that with such a number of

adherents, the influence of misinformation on society as a whole is insignificant and it is able to accept objective - adequate decisions, for example in important elections or referendums.

Thus, the task is set to transfer the system from the initial state (3) to the final state - (4). At the same time, it is desirable that the costs of this translation be minimal (1). Costs are calculated from the production of the amount of anti-false information weighed by a certain "price" - $\phi(t)$, and the corresponding level of IT - M_1. In fact, there are control parameters: - determining the level of flow of anti-false information and .

2. Controllability problem. We will assume that the system is closed, i.e. The number of people in a society is constant at any given time:

$$y_1(t)+y_2(t)+y_3(t)=R_0+A_0+I_0=N=const,$$

for any $t\in[0;T]$, where N the size of society.

In system (2), we will look for unknown functions in the class of continuously differentiable functions on $[0;T]$ - $C^1[0;T]$. Thus, for the Cauchy problem (2), (3) there is a unique solution. As for the boundary value problem (2), (3), (4), we will study it using numerical methods to determine the controllability of the system.

We will conduct a computer experiment in the **MatLab** system. Empty we have the following boundary conditions: $T=15$, $y_1(0)=400$, $y_2(0)=50$, $y_3(0)=10$, $y_4(0)=1$, $y_5(0)=17$, $y_2(15)\le 460/20=23$. The coefficients of system (2) have the following values: $\lambda=0,015$; $\lambda_1=0,011$; $\kappa=0,009$; $\alpha_1=0,013$; $\alpha_2=0,014$; $\beta_1=0,013$; $\gamma=0,0092$ $\omega_1=0,018$; $\omega_2=0,017$; $M_1=45$; $M_2=60$.

To solve the Cauchy problem (2), (3) with the values indicated above, we use the ode15s solver, the program code is compiled -

Listing -

```
[X,Y]=ode15s(@adsys,[0 15],[400 50 10 1 17]);
plot(X,Y,'linewidth',2); legend('y1','y2','y3','y4','y5')
```

We will call the source disseminating false information the second party, the first will name the source disseminating anti-false information. A computer experiment shows that the first party, with little effort, manages to neutralize the influence of false information by the end of the time interval - the number of adherents is actually zero, although it is enough for the number of adherents to be less than five percent of the population of society [2]. See fig. 1.

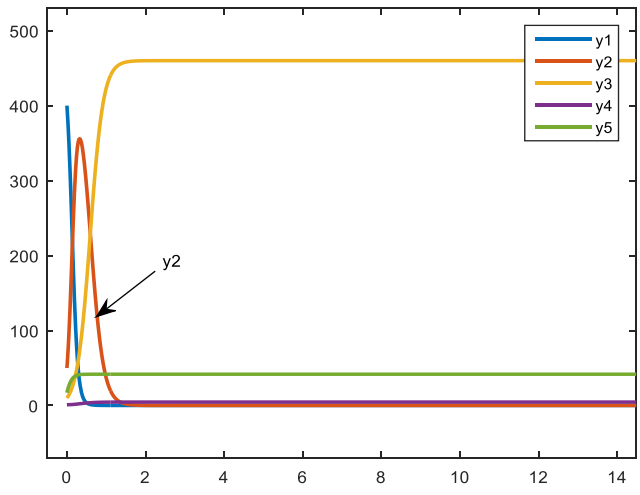


Figure 1. Manageability of the model for combating disinformation

A similar result is achieved for other values of system parameters - information security is ensured by the end of the interval. However, information security is nevertheless vulnerable, but not at the end of the interval, but at the beginning. If we pay attention to the value of the number of adherents at the beginning of the interval, it turns out that, for example, in our example, its maximum value is 355.947924151334 at time 0.335176470970211. Which is approximately 77% of the population of society, see Fig. 2

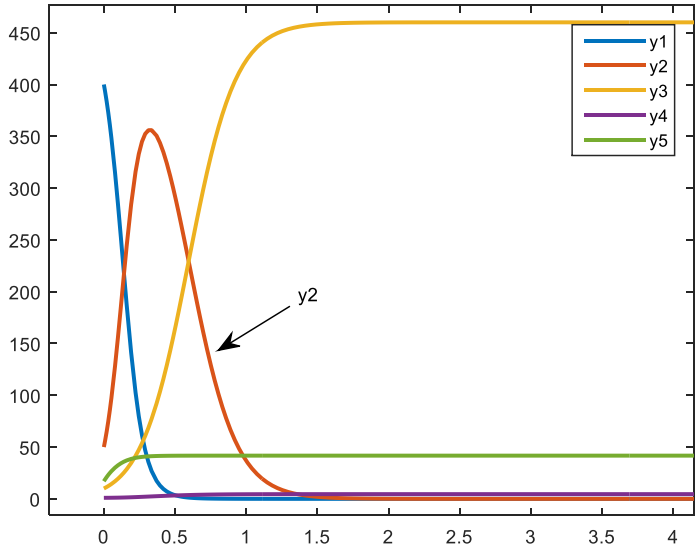


Figure 2. Information security vulnerability

At the same time, and over a sufficiently long period of time, the number of adherents is more than 50% of the public.

3. Conclusions. For the information security of society, it is not sufficient to reduce the number of disinformation adherents only at a certain point in time, for example, before any voting. Since at some points the influence of disinformation on societies can be so strong that society as a whole can legitimize revolutionary, early parliamentary, presidential elections, etc. Therefore, in the optimal control problem of combating disinformation, adjustments should be made and inequality in (4) should be satisfied over the entire period of time $y_2(t) \le 0,05 \times N$, for $\forall t \in [0;T]$. Thus, we have a new- Extended optimal control task against disinformation. Otherwise, the model may "miss" not only a critical violation of information security, but also state security.

References:

1. Kereselidze N. ABOUT OPTIMAL CONTROL TASK OF THE FIGHT AGAINST DISINFORMATION. Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences Proceedings, vol. XXII. 2022, p. 22 – 28.

2. Kereselidze N. The Issue of Manageability of the Task of Optimal Fight Against Disinformation . BOOK OF ABSTRACTS XIII International Conference of the Georgian Mathematical Union, Batumi, September 4 – 9, 2023, p. 147.

UDC 004.9

USING KADEMLIA PROTOCOL FOR MESSAGE BROADCASTING

I.Mazurok, A.Yezhkova, A.Tsarenko (igor@mazurok.com,
alina.yezhkova@stud.onu.edu.ua, tsar1963@gmail.com)
Odesa Mechnikov National University (Ukraine)

The article deals with studying the work of the DHT (Kademlia) and analysing the number of packets sent in order to optimise network parameters, as well as thoughts on optimizing the Gossip algorithm with Kademlia.

Key words: P2P, peer-to-peer, DHT, network, Kademlia, gossip, packets, routing, C++

P2P, short for peer-to-peer, refers to a computer network that is commonly used for the sharing of digital media files. In this network, each computer functions both as a server and a client, facilitating the exchange of files. Kademlia, an early implementation of the distributed hash-table (DHT), incorporates the XOR-based metric for constructing network topology. Kademlia employs four fundamental operations: PING, FIND_NODE, STORE, and FIND_VALUE. This protocol organizes the participating nodes in a binary tree-like structure called a routing table. Each node has a unique identifier, typically a cryptographic hash, and the routing table maintains information about nearby nodes in the network using a metric called XOR distance. Thanks to its metric, Kademlia provides efficient lookup operations for finding the node responsible for a specific key or retrieving stored data [2]. Kademlia guarantees that a lookup operation will find the correct node or the closest node to the target key in a logarithmic number of steps, making it highly scalable. Kademlia also replicates data across multiple nodes in the network to provide redundancy and fault tolerance. The protocol allows data to be stored on the K closest nodes to the key's identifier, ensuring that data remains available even if some nodes fail or leave the network.

Gossip is a distributed communication protocol used to disseminate information or propagate updates across a network of nodes. It is commonly employed in peer-to-peer systems, distributed databases, and distributed computing environments. The algorithm gets its name from the analogy of spreading information through a social network by word of mouth.

The basic idea behind the gossip algorithm is that each node in the network randomly selects a few other nodes and exchanges information with them. This information can include updates, messages, or any data that needs to be propagated across the network. The exchanged information is then spread further by the receiving nodes, and the process continues iteratively.

Some typical steps involved in the gossip algorithm include selection, exchange, propagation and iteration.[3] Selection presupposes that each node selects a small subset of nodes from the network to communicate with. The selection can be random or based on specific criteria, such as proximity or load balancing. Nodes exchange information with the selected nodes. This can involve sending updates, sharing data, or transmitting messages. The exchanged information can be sent directly between nodes or via intermediate nodes. Propagation means that upon receiving new information, each node continues the gossip process by selecting a new set of nodes to communicate with. This allows the information to propagate throughout the network. Finally, the gossip process is iterated multiple times, allowing the information to reach a large portion of the network. Each iteration increases the dissemination of information and reduces knowledge disparities among nodes.

The gossip protocol achieves eventual consistency, meaning that over time, all the nodes in the network will converge to a consistent state and have the same information. The speed and efficiency of convergence depend on factors such as the network size, node selection strategy, and the frequency of iterations. One of the advantages of the gossip algorithm is its decentralized nature, as nodes can communicate directly with each other without relying on a central coordinator. This makes it resilient to node failures and scalable for large networks. Additionally, the randomness in node selection helps to evenly distribute the information throughout the network.

However, it's important to note that the gossip algorithm does not guarantee perfect accuracy or immediate propagation of information. There may be delays, inconsistencies, or duplicate messages in the system, which need to be managed and accounted for in the design and implementation of applications using the gossip protocol.

There are differet variants of implementing the gossip protocol. We are interested in implementations that compute a network-wide aggregate by sampling information at the nodes in the network and combining the values to arrive at a system-wide value – the largest value for some measurement nodes are making, smallest, etc. The key requirement is that the aggregate must be computable by fixed-size pairwise information exchanges; these typically terminate after a number of rounds of information exchange logarithmic in the system size, by which time an all-to-all information flow pattern will have been established.

Kademlia can be used alongside aggregation to solve other kinds of problems using gossip and upgrade the existing gossip protocols thanks to the XOR metric. In Kademlia the nodes are ranged in a list according to proximity, making it possible to use the nodes in a gossip overlay from a list sorted by node-id (or some other attribute) in logarithmic time using aggregation-style exchanges of information [1]. Similarly, Kademlia can be useful in gossip algorithms that arrange nodes into a tree and compute aggregates such as "sum" or "count" by gossiping in a pattern biased to match the tree structure. Thus,

gossipping can be optimized by selecting the closest nodes to spread the information, which is the most effective way. Besides, we can avoid picking the same nodes thanks to the tree topology. Each branch contains ranged node IDs, and moving through the tree allows to get different nodes each time.

In this article we have considered Kademlia and Gossip protocols, their work schemes, advantages and disadvantages. We have also suggested that Kademlia can be integrated into Gossip to make it more optimized and robust.

References

[1] Maymounkov P., Eres D. Kademlia: A Peer-to-peer Information System Based on the XOR Metric. Lecture Notes in Computer Science. 2002. № 2429. pp 53–65. DOI:10.1007/3-540-45748-8_5.

[2] Loewenstern A., Norberg A. DHT Protocol [Electronic resource]. Access mode: https://www.bittorrent.org/beps/bep_0005.html (date of access: 10.04.2023).

[3] Jelasity, Márk & Montresor, Alberto & Babaoglu, Ozalp. (2005). Gossip-Based Aggregation in Large Dynamic Networks. ACM Transactions on Computer Systems. 23. pp. 219-252. DOI:10.1145/1082469.1082470.

USING OF P-SYSTEMS FOR MODELING OF PARALLEL COMPUTING ARCHITECTURES

Munteanu S., Sudacevschi V., Ababii V., Carbune V.
(silvia.munteanu@calc.utm.md, viorica.sudacevschi@calc.utm.md,
victor.ababii@calc.utm.md, viorel.carbune@calc.utm.md)
Technical University of Moldova, Republic of Moldova

Introduction. *The membrane computing model, also known as P-Systems, is a large-scale parallel computing paradigm inspired by the biology of living cells that offers significant potential for designing massively parallel computing algorithms [1 - 4]. The membrane computation model is an extension of DNA computing that provides advantages in modeling discrete, distributed, parallel, pipeline systems based on multiple sets and evolves through rewritten rules.*

This paradigm was first proposed by Gheorghe Paun in 2000 as an approach to nature-inspired computing. P-Systems is based on the concept of processing information using membranes, just as biological organisms process chemicals through their cell membranes. These systems are used to solve computational problems, especially those involving distributed or parallel/concurrent processes.

Key features of P-Systems are considered [2, 3]:

- The use of membrane as a structuring and organizational element for information processing. Membranes are interpreted as a separate workspace containing objects and rules for transforming objects;
- The presence of a set of symbols or objects that can be modified and processed based on defined rules;
- The presence of a set of rules describing how to transform and process objects. These rules may involve copying, moving, or transforming objects;
- Communication between membranes through objects passing through special communication channels;
- Ability to carry out processes in parallel where each membrane can operate independently or collaborate with other membranes to solve complex problems.

Formulation of the synthesis problem

Elaboration of a concept for formal and parallel/concurrent organization description of computing processes, starting from fundamental logical elements (AND, OR, NOT) and ending with global computing architectures (Computer networks, etc.).

Results achieved

The concept for formal and parallel/concurrent organization description of computational processes provides for the development of membrane computing models that provide rules-based functional description for:

- Combinational logic circuits (encoders, decoders, multiplexers, de-multiplexers, etc.);
- Memory functional circuits (registers, counters, memory, etc.);

- Circuits for data processing [5];
- Functional devices (HDD, SSD, KBD, Mouse, Display, Flash, etc.);
- Systems for data processing (PC, Servers, Mainframe, Virtual Machines, etc.) [9];
- Computer networks (LAN, MAN, RAN, WAN) [7];
- Agent-Based Systems [6, 10], Collaborative Systems [8, 10], Artificial Intelligence Systems [11], etc.

The structure of a P-Systems model is shown in Figure 1 [2, 3], where:

Environment – the activity environment that provides data for the membrane computing model and supports its action in the result of calculations and decisions taken;

Skin – external membrane;

Elementary Membrane – unitary membrane;

Complex Membrane – membrane with complex internal topology;

Rm.n: - rules for data processing/transformation.

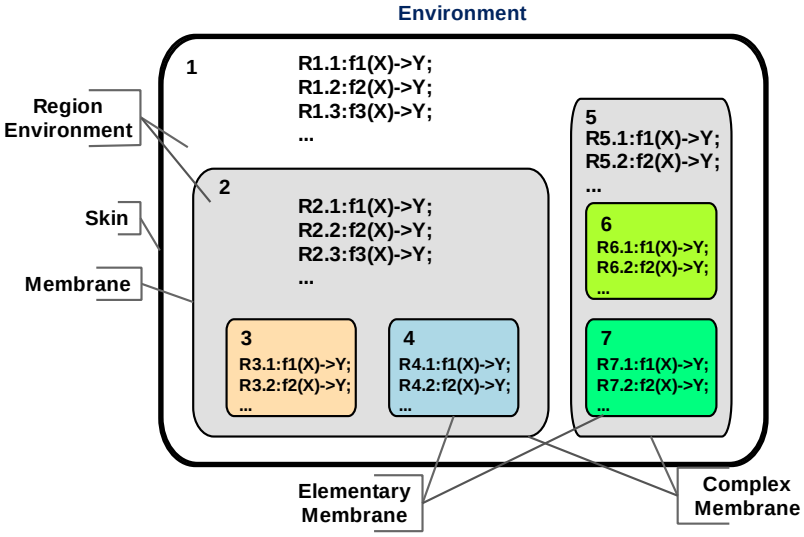


Figure 1. The structure of a P-Systems model.

The model of a membrane computing system (P-Systems) is defined by formula (1) [2, 3]:

$$\Pi = \left(V, \mu, \omega_1, ..., \omega_m, R_1, ..., R_m, i_o\right), \quad (1)$$

where:

V - is a finite alphabet or set of objects;

μ - is a structure of m membrane computing marked with indices $1,2,...,m$;

$\omega_i, \forall i = \overline{1,m}$ - is the set of objects that are part of the membrane computing i, where $\omega_i \subset V$;

$R_i, \forall i = \overline{1,m}$ - are sets of evolution rules associated with the membrane computing i;

i_o - is the result generated by Π obtained from the membrane computing $i = \overline{1,m}$.

Internal structure of the membrane computing i is shown in Figure 2, where:

Input port Xi – is a filter that selects the data allowed for input to be processed;

Output port Yi – It is a filter that selects the data allowed for the output;

Ri.1:Xi – Ri.n – is the set of data processing/transformation rules defined for the membrane computing i;

Data processing – the data processor executing the rules defined for the membrane computing i.

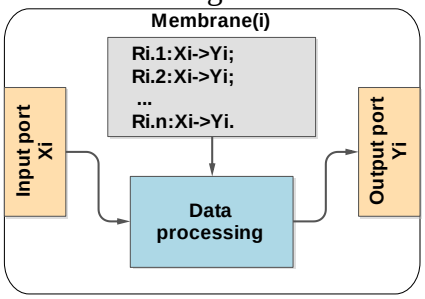


Figure 2. The internal structure of the membrane computing i.

References

[1] G. Zhang, Z. Shang, S. Verlan, M.A. Martinez-Del-Amor, Ch. Yuan, L. Valencia-Cabrera, M.J. Perez-Jimenez. ”An Overview of Hardware Implementation of Membrane Computing Models,” ACM Computing Surveys, Vol. 53, No. 4, Article 90, August 2020, 38p., https://doi.org/10.1145/3402456.

[2] H. Nan, J. Jiang, J. Zhang, R. Liu., A. Wang. ”Conversion between Number Systems in Membrane Computing,” Appl. Sci. 2023, 13, 9945. https://doi.org/ 10.3390/app13179945.

[3] B. Song, K. Li, D. Orellana-Martín, M. J. Pérez-Jiménez, and I. Pérez-Hurtado. “A Survey of Nature-Inspired Computing: Membrane Computing,” ACM Comput. Surv. 54, 1, Article 22 (February 2021), 31 pages. https://doi.org/10.1145/3431234.

[4] K. Li, L. Jia, and X. Shi. “IPSOMC: An Improved Particle Swarm Optimization and Membrane Computing based Algorithm for Cloud Computing,” International Journal of Performability Engineering, vol. 17, no. 1, January 2021, pp. 135-142, DOI: 10.23940/ijpe.21.01.p13.135142.

[5] S. Munteanu, V. Sudacevschi, V. Ababii. ”Computer Systems Synthesis Inspired from Biologic Cells Structures,” Journal of Engineering Science, June, 2022, Vol. XXIX (2), pp. 91-107, ISSN: 2587-3474 / E-ISSN: 2587-3482, DOI: 10.52326/jes.utm.2022.29(2).09.

[6] S. Munteanu, V. Sudacevschi, V. Ababii, O. Borozan, C. Ababii, V. Lasco. ”Multi-Agent Decision Making System based on Membrane Computing,” The 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. 22-25 September, 2021, Cracow, Poland, Vol. 2. pp. 851-854. ISBN: 978-1-6654-4210-7.

[7] V. Ababii, V. Sudacevschi, S. Munteanu, O. Borozan, A. Nistiriuc, V. Lasco. ”IoT based on Membrane Computing Models,” Proceedings of the 13th International Conference on Electromechanically and Energy Systems (SIELMEN-2021), 7-8 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 010-014, ISBN: 978-1-6654-0078-7. DOI: 10.1109/SIELMEN53755.2021.9600341.

[8] S. Munteanu, V. Sudacevschi, V. Ababii, O. Borozan, V. Lasco. ”Design of Embedded Collective Computing System based on Membrane Computing Models,” The 11th International Conference „Electronics, Communications and Computing” (IC | ECCO – 2021). 21 - 22 October, 2021. Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 41, (Abstract). ISBN: 978-9975-45-776-7.

[9] V. Ababii, V. Sudacevschi, V. Carbune, S. Munteanu, V. Alexei, V. Lasco. ”A Method of Hardware Implementation of Membrane Computing Architecture for Mobile Robot Control,” The 16th International Conference on Development and Application Systems (DAS-2022), Suceava, Romania, May 26-28, 2022, pp. 52-56, ISBN: 978-1-6654-8161-8. DOI: 10.1109/DAS54948.2022.9786079.

[10] A. Turcan, O. Borozan, V. Ababii, V. Sudacevschi, S. Munteanu. ”Decision Making System based on Collaborative Agents,” Proceedings of the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing (ECCO-2022), 20-21 October, 2022, pp.257-260. ISBN: 978-9975-45-898-6. https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/CE.09.

[11] R. Melnic, V. Ababii, V. Sudacevschi, O. Sachenko, O. Borozan, T. Lendiuk. ”Multi-Objective Based Multi-Agent Decision-Making System,” Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS-2023), Volume 2, September 7-9, 2023, Dortmund, Germany, pp. 834-839, ISSN: 2770-4254, ISBN: 979-8-3503-5804-9.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ СИТУАЦІЙ У БІЗНЕС-ПРОЕКТАХ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АСПЕКТІВ СИСТЕМИ

Бандоріна Л.М., Дідус О.М., Климкович Т.О. (bandorina7@gmail.com, alexandrdidus16@gmail.com, tak10757@gmail.com)
Український державний університет науки і технологій (Україна)

Розглянуто актуальність моделювання ситуацій у бізнес-проектах. Наведено приклад розробки контекстної діаграми і діаграми декомпозиції на прикладі системи комплексного аналізу собівартості.

Актуальність проблеми.

Моделювання ситуацій у бізнес-проектах може стати ефективним способом оптимізації управління, оскільки дозволить відстежувати структуру виробництва, обіг документів і потоки грошей з урахуванням економічних вимог. Програма комп'ютерного моделювання BPwin (AllFusion Process Modeler) дозволяє виявити високовитратну чи надмірну діяльність, удосконалити або усунути її і тим самим підвищити конкурентоспроможність компанії, спростити управління, зменшити час передачі розпоряджень. BPWin дозволяє моделювати різні сценарії бізнес-проектів, враховуючи сучасні тенденції, аналізувати ризики, приймати обґрунтовані рішення і оптимізувати бізнес-процеси. Програма поліпшує управління проектами і комунікацію між відділами, надає можливість сформувати цілісну картину діяльності компанії – від моделей організації роботи у відділах до складних ієрархічних структур.

Методи для вирішення проблеми.

Якщо компанія з метою підвищення результативності виробництва приймає рішення розглянути можливості введення більш ефективних підходів до аналізу собівартості продукції (наприклад, застосування більш простих автоматизованих алгоритмів та інструментів аналізу), то основними завданнями під час впровадження даної системи будуть наступні:

– оцінка рівня і структури витрат в порівнянні з показниками планового, минулого року, показниками періоду, взятого в якості бази порівняння;

– визначення факторів, причинно-наслідкових зв'язків, що впливають на величину і динаміку витрат;

– оцінка впливу факторів на повну собівартість;

– визначення можливостей зниження собівартості продукції і підвищення ефективності використання матеріальних, трудових ресурсів в процесі виробництва, постачання, збуту.

У рамках проектування організації даних інформаційної системи «Комплексний аналіз собівартості» пропонується структурний підхід. Суть структурного підходу до розробки інформаційної системи полягає у декомпозиції її на функціональні компоненти, які підлягають автоматизації. Цей процес передбачає розбиття системи на функціональні підсистеми, які, в свою чергу, дробляться на підфункції, завдання та інші складові елементи. Такий декомпозиційний підхід продовжується до досягнення конкретних процедур. Незважаючи на розбитість системи, автоматизована система зберігає цілісність уявлення, де всі компоненти взаємопов'язані.

Отже, у функціональних моделях головну роль відіграють функції, що виконують певні частини системи, а об’єкти системи служать інтерфейсами (зв’язками), які об’єднують ці функції [1]. Для вирішення завдання функціонального моделювання на основі структурного аналізу використовуються два типи моделей: IDEF0-діаграми та діаграми декомпозиції. Ці моделі є ефективними інструментами для аналізу та візуалізації функціональних аспектів системи, їх взаємозв'язків та ієрархічної структури. Вони допомагають усвідомити складність системи, розкривають взаємодію компонентів та допомагають зрозуміти їх роль у контексті загальної функціональності системи.

Запропонована контекстна діаграма (рисунок 1) відображає загальний контекст системи «Комплексний аналіз собівартості». У цій діаграмі представлені потоки входу, управління, механізму та виходу.

Потік входу включає такі елементи як «Бухгалтерська звітність», «Виробнича звітність», «Кошторис витрат», «Планові показники». Ці дані є вхідними для системи «Комплексний аналіз собівартості» і використовуються для проведення аналізу.

Потік управління включає «Принципи та методи бухгалтерського обліку», «Стандарти підприємства», «Принципи та методи аналітичного дослідження та обліку» та «Стратегічні цілі підприємства». Ці елементи представляють основні принципи та вимоги, які система використовує для аналізу та управління собівартістю.

Потік механізму включає «Бухгалтерський відділ», «Аналітичний відділ», «ПЗ (Програмне забезпечення обліку та аналізу)» та «Вище керівництво». Ці елементи представляють виконавчі структури, що забезпечують збір, обробку та аналіз даних для прийняття управлінських рішень.

Потік виходу є результатом роботи системи і представляє «Ухвалення управлінських рішень». Ці рішення є вихідним продуктом системи та використовуються для керування собівартістю та прийняття стратегічних рішень.

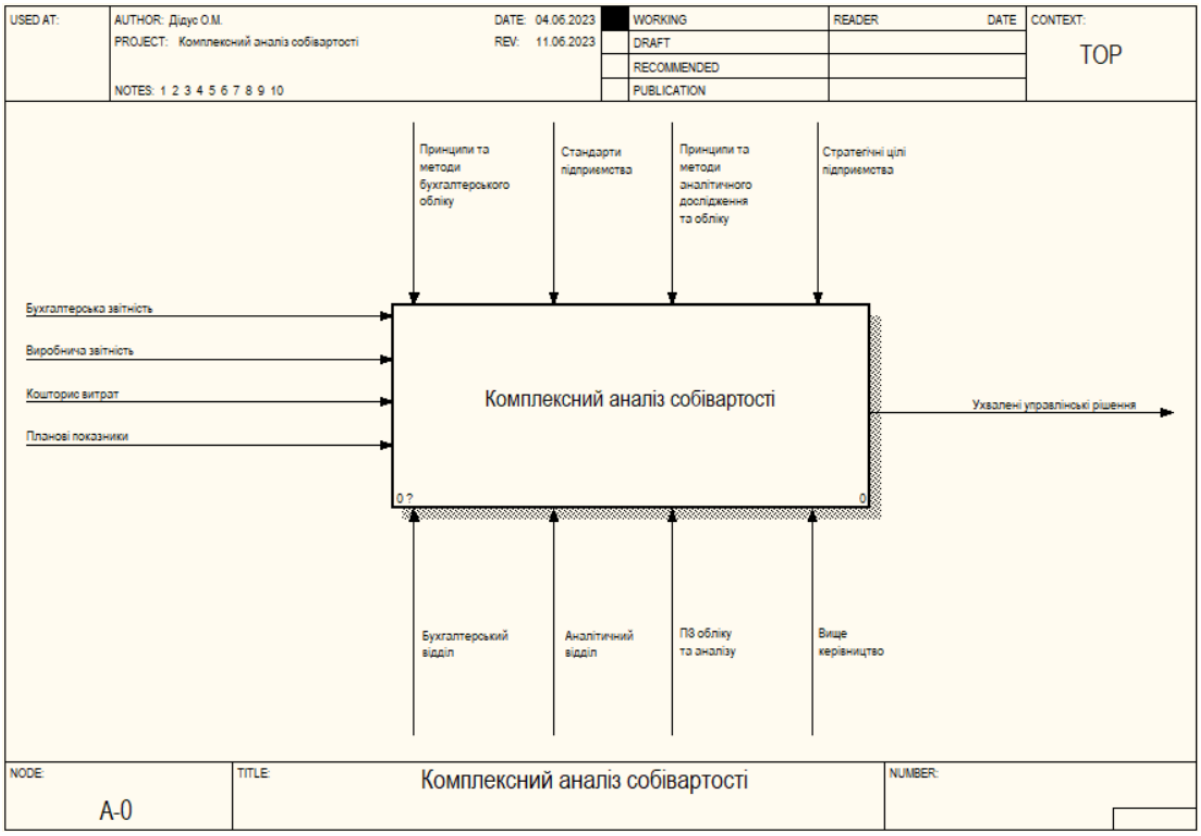


Рисунок 1 – Контекстна діаграма системи «Комплексний аналіз собівартості»

Діаграма декомпозиції (рисунок 2) відображає структуру системи «Комплексний аналіз собівартості».

Структура системи «Комплексний аналіз собівартості» складається з п'яти блоків: «Визначення структури витрат», «Розрахунок собівартості продукції», «Аналіз відхилень та структури витрат», «Аналіз причинних зв’язків», та «Ухвалення управлінських рішень».

Блок «Визначення структури витрат» виконує аналіз структури витрат і отримує вхідні дані «Бухгалтерську звітність», «Виробничу звітність» та «Кошторис витрат». Управління в цьому блоку базується на використанні «Принципів та методів бухгалтерського обліку» та «Стандартів підприємства». Механізмом цього блоку є «Бухгалтерський відділ» та «ПЗ (програмне забезпечення обліку та аналізу)».

отримує вхідні дані «Структура витрат, класифікація та розподіл». від потоку входу з блоку «Визначення структури витрат». Також використовуються «Стандарти підприємства» та «Принципи та методи аналітичного дослідження та обліку». Механізмом цього блоку є «Аналітичний відділ» та «ПЗ (програмне забезпечення обліку та аналізу)».

Блок «Аналіз відхилень та структури витрат» виконує аналіз відхилень та структури і отримує вхідні дані «Звіт про собівартість продукції» від потоку входу з блоку «Розрахунок собівартості продукції». Для проведення аналізу також використовуються «Стандарти підприємства» та «Принципи та методи аналітичного дослідження та обліку». Механізмом цього блоку є «Аналітичний відділ» та «ПЗ (програмне забезпечення обліку та аналізу)».

Блок «Аналіз причинних зв’язків» виконує аналіз причинних зв’язків, а саме факторний аналіз, і отримує вхідні дані від потоку входу «Звіт про відхилення та структуру витрат» з блоку «Аналіз відхилень та структури витрат». Для проведення аналізу використовуються «Стандарти підприємства» та «Принципи та методи аналітичного дослідження та обліку». Механізмом цього блоку є «Аналітичний відділ» та «ПЗ (програмне забезпечення обліку та аналізу)».

Блок «Розрахунок собівартості продукції» виконує розрахунок собівартості продукції і

Блок «Ухвалення управлінських рішень» приймає управлінські рішення і отримує вхідні дані «Звіт про відхилення та структуру витрат» та «Ключові фактори, що впливають на собівартість» з блоків «Аналіз відхилень та структури витрат» та «Аналіз причинних зв’язків», відповідно. Для

прийняття рішень використовуються «Стандарти підприємства» та «Стратегічні цілі підприємства», а підтримка роботи блоку залежить від «Вищого керівництва».

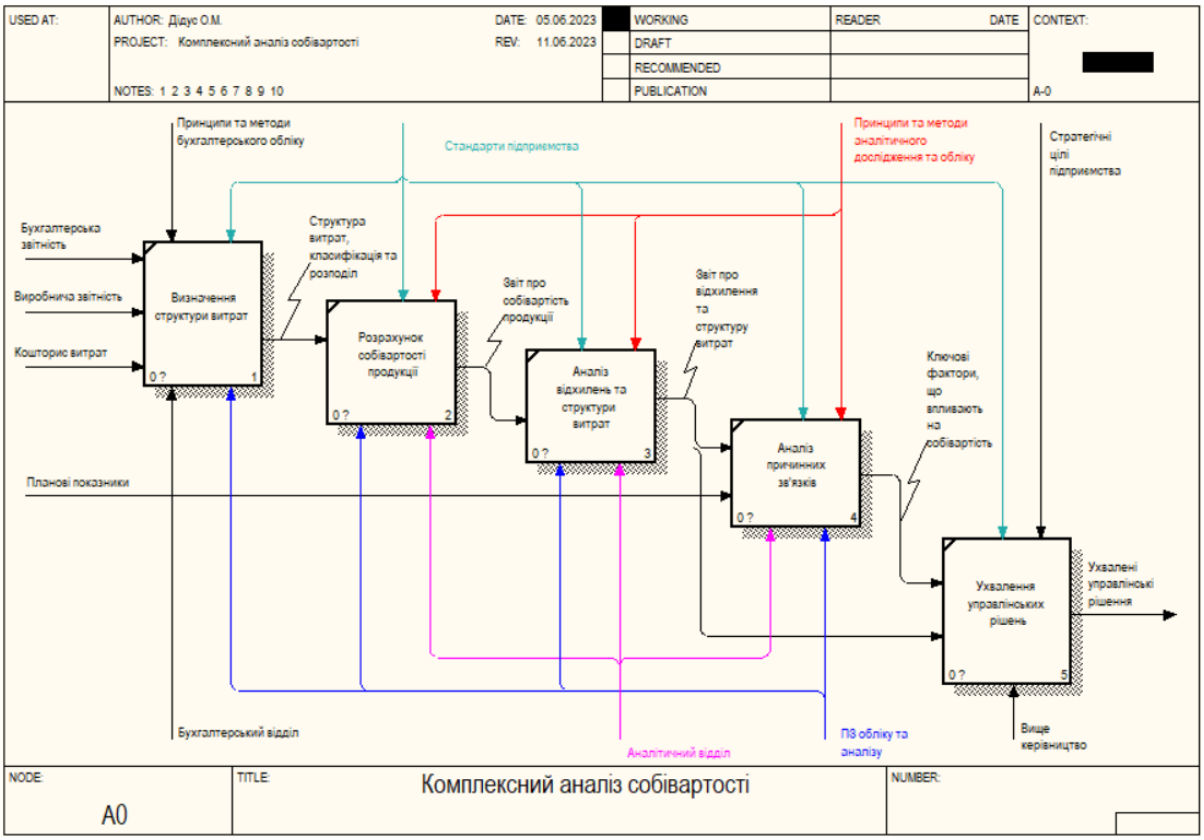


Рисунок 2 – Діаграма декомпозиції системи «Комплексний аналіз собівартості»

Висновки. Завдання функціонального моделювання вимагає досвіду, глибокого розуміння вимог користувачів і особливостей самої системи. Це комплексний процес, який потребує ретельного аналізу, планування та виконання. Правильно змодельована організація даних інформаційної системи є основою для успішного функціонування системи.

У результаті використання структурного підходу до проектування організації даних інформаційної системи «Комплексний аналіз собівартості» досягнена краща організація функцій та компонентів системи, забезпечена їх зрозумілість та взаємозв'язок, що сприяє покращенню функціональності та продуктивності системи в цілому.

Список використаної літератури

1. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник /К.О. Сорока. ХНАМГ: 2004. 291 с. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/11320265.pdf (Доступ 07.10.2023)

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ РИНКУ ПРАЦІ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ІГОР

Боровський Д.В. (denys.borovskyi@stud.onu.edu.ua)
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова (Україна)

Отже, що таке гра? Гра – це система правил, що визначає можливі дії учасників, їх кількість, правила розподілу виграшів, які залежать від поведінки кожного з учасників, а також результату гри, як виграшу кожного гравця. Розв’язати гру означає дати рекомендації гравцям щодо оптимального вибору стратегії та вказати виграш гравця, який відповідає обраній стратегії поведінки[1].

В своїй роботі «Теорія ігор та економічна поведінка» Нейман і Моргенштерн сформулювали поняття «гри», як діяльності двох і більше осіб, що має умови т.з. «виграшу». Важливо зазначити, що учасники такої «гри» можуть використовувати певні «ресурси» та взаємодіяти між собою. Отже, приймають будь – які рішення із урахуванням поведінки інших учасників. Автори математично описують засоби пошуку оптимальних стратегій – тих, що призводять до виграшу[2].

Для подальшого вивчення конфліктних ситуацій, звернемося до теоретичних матеріалів.

За характером виграшів гри відносять до ігор з нульовою сумою та до ігор з ненульовою сумою. У першому випадку це гра, в якій загальний капітал всіх гравців не змінюється, а перерозподіляється між гравцями в залежності від результатів гри, тобто сума виграшів гравців дорівнює нулю. В іншому випадку гра буде з ненульовою сумою. Прикладом гри з ненульовою сумою можуть бути торгові відносини між країнами. Внаслідок застосування своїх стратегій усі країни можуть бути у виграші.

Біматрична гра – безкоаліційна гра, в якій кожний гравець має скінченну кількість стратегій. Нехай перший гравець має m, стратегій ($i = 1,...,m$). У другого гравця є n стратегій($j = 1,...,n$). Виграші першого та другого гравців відповідно задаються матрицями:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{i1} & & a_{ij} & & a_{in} \\ a_{m1} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1j} & \dots & b_{1n} \\ b_{i1} & & b_{ij} & & b_{in} \\ b_{m1} & \dots & b_{mj} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}.$$

За кількістю ходів ігри діляться: однокрокові та багатокрокові. У першому випадку гра закінчується після одного ходу кожного гравця. Багатокрокові ігри в свою чергу поділяються на: позиційні – ігри, в яких може бути кілька гравців, кожен з яких може здійснювати ходи. Виграші визначаються залежно від результатів гри. Якщо у грі ходи призводять до вибору певних позицій, причому є можливість повернення на попередню позицію, то гра є стохастичною.

В ситуації (i, j) відбувається розіграш гри Γ_1 в якій кількість стратегій у гравців – скінченна, але може бути інша. В свою чергу, в грі Γ_1 може бути здійснено розіграш нової гри:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1l} & \dots & a_{1n} \\ a_{k1} & & \Gamma_2 & & a_{kn} \\ a_{m1} & \dots & a_{ml} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1l} & \dots & b_{1n} \\ b_{k1} & & \Gamma_2 & & b_{kn} \\ b_{m1} & \dots & b_{ml} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}.$$

Залежно від стану інформації розрізняються ігри з повною та неповною інформацією. Якщо кожному етапі кожному гравцю відомо, які вибори були виконані гравцями раніше, така гра називається з повною інформацією. В іншому випадку гра з неповною інформацією. Приклад гри з повною інформацією є гра в шашки .

При багатократному повторенні біматричної гри, гравці з певною частотою будуть обирати свої чисті стратегії. Тому можна перейти до нової постановки - біматричної гри у змішаних стратегіях (байєсовською грою). Вважатимемо повний набір ймовірностей $x = (x_1,...,x_m)$ застосування першим гравцем своїх чистих стратегій змішаною стратегією першого гравця, та повний набір ймовірностей $y = (y_1,...,y_n)$ застосування другим гравцем своїх чистих стратегій – змішаною стратегією другого гравця.

Гра з неповною інформацією чи Байєсівська гра в теорії ігор характеризується неповнотою інформації про суперників, але при цьому у гравців є певна довіра до розподілу ймовірності. Байєсівську гру можна перетворити на гру з повною, але недосконалою інформацією, якщо прийняти припущення про загальний апріорний розподіл. На відміну від неповної інформації, недосконала інформація включає знання стратегій та виграшів супротивників, але історія гри (попередні дії опонентів) доступна не всім учасникам. Рівновага Байєса є узагальненням рівноваги

Неша у змішаних стратегіях на випадок байєсових ігор. Функція виграшу являє собою математичне очікування виграшу[3].

Відомо з теорії ігор, що знайти «ідеальне» рішення для всіх гравців неможливо, але скористатися оптимальним рішенням – цілком реальна задача. Даний аспект є особливо актуальним для економіки. Розглянемо модель ринку праці на прикладі системи освіти.

Уявимо собі, що існує дві групи працівників: група людей, яка якісно виконую свою роботу (сучасна термінологія називає таких людей «Вершки») та група людей з низькою продуктивністю (сучасна термінологія називає таких людей «Сливи»). Надалі будемо користуватися даною термінологією. Робота вершків оцінюється у 2 одиниці, а слив – у 1. Якщо у роботодавця немає можливості відрізнити вершки від слив, то він назначав би заробітну платню випадковим чином: 1 з ймовірністю ρ та 2 із ймовірністю $1-\rho$, де ρ є частка людей у групі слив. Тоді середній рівень зарплати дорівнював : $1 \cdot \rho + 2 \cdot (1-\rho) = 2 - \rho$. Натомість чим менша група вершків, то тим більше претензій стосовно їх середньої зарплати.

Слід зазначити, що для людини, яка наймає на роботу, продуктивність є основним фактором, у якому немає можливості переконатися заздалегідь. Звісно, сливи не проінформують керівництво, що мають низький коефіцієнт продуктивності. Але керівництво може скористатися сигналом – освітою. Вартість навчання для слив за рік, припустимо, буде коштувати 1. Такі працівники можуть наймати репетиторів, ходити на додаткові заняття, купувати багато літератури, купувати курси тощо. В свою чергу вершки витратять за цей час $\frac{1}{2}$ за допомогою своїх здібностей, бажання, навичок та інших факторів. Тоді m років навчання для людини із групи 1 коштує m, а для людини з групи 2 стоїть $\frac{m}{2}$.

В оригінальній простій моделі А. Спенса передбачається, що освіта впливає продуктивність людини у тій спеціальності, яку він претендує. Зауважимо, що вартість навчання обернено корельована з продуктивністю людини (неспостережуваним для наймача фактором). Ми маємо сигнальну гру, де відправником є службовець, а одержувачем – наймач. Відправники бувають двох типів: $T = \{1, 2\}$, де тип $t \in \{1, 2\}$ означає, що людина належить групі t. Повідомлення $m \in M = [0, \infty)$ означає, що людина навчався m років (не обов'язково цілих). Одержувач має дві дії: $A = \{1, 2\}$, де дія $a \in A$ означає «призначити зарплату a». Наймач хоче призначити таку зарплату своєму працівникові, яка відповідає його продуктивності. Тут для будь-яких $t \in T$, $m \in M$ та $a \in A$ виграші відправника та отримувача відповідно дорівнюють

$$\phi_S(m, a; t) = a - \frac{m}{t}, \phi_R(m, a; t) = -(t-a)^2.$$

Представлення отримувача о типах выдправлення наступні:

$$\mu(1) = \rho, \mu(2) = 1 - \rho.$$

Припустимо, що наймач визначив рівень освіти $m* \in (1, 2)$, що продуктивність людини, що навчалася $m < m*$ років, дорівнює 1 з ймовірністю 1, а продуктивність людини, яка навчалася $m \geq m*$ років, дорівнює 2 з ймовірністю 1. Керівник застосовує порогову стратегію

$$\tilde{a}^*(m) = \begin{cases} 1, m < m^* \\ 2, m \geq m^* \end{cases}$$

яке уявлення про тип службовця після отримання повідомлення m визначається:

$$\mu(1|m) = \begin{cases} 1, m < m^* \\ 0, m \geq m^* \end{cases} \quad \mu(2|m) = \begin{cases} 0, m < m^* \\ 1, m \geq m^* \end{cases}$$

$$\tilde{a}^*(m) = \begin{cases} 1, m < m^* \\ 2, m \geq m^* \end{cases}$$

$c_t t(m) = m/t$ – вартість навчання для людей групи t. Виграш службовця із групи t $(t = 1, 2)$ дорівнює

$$\phi_S(m, \tilde{a}^*; t) \stackrel{\text{def}}{=} u_t(m) = \tilde{a}^*(m) - c_t(m).$$

Таким чином група слив визначає свою оптимальну стратегію $m_1 = 0$, максимізуючи $u_1(m)$. Тоді виграш дорівнює $u_1(m_1) = 1 - m_1 = 1$. А оптимальною стратегію групи вершків буде $m_2 = m^*$. Тоді виграш дорівнює $u_2(m_2) = 2 - \frac{m^*}{2} > 1$.

Щодо ситуації рівноваги: було показано, що оптимальною стратегією відправника на стратегію отримувача $\tilde{a}^*$ є стратегія $\tilde{m}^*$:

$$\tilde{m}^*(1) = 0, \tilde{m}^*(2) = m^*.$$

Варто зазначити, що в ситуації $(\tilde{m}^*, \tilde{a}^*)$ виграш отримувача дорівнює нулю. Це є найбільш можливою подією. Тому стратегія отримувача $\tilde{a}^*$є оптимальною відповіддю на стратегію відправника $\tilde{m}^*$.

Проте вершкам є вигідним подавати сигнали стосовно вартості навчання, якщо $m^* < 2\rho$. Тоді їх прибуток $2 - m^*/2$ буде більшим середнього прибутка $2 - \rho$, який може отримати отримувач, якщо не буде мати ніякої інформації стосовно своїх працівників.

Список використаної літератури:

[1]. Borovskiy D., Kichmarenko O. (2022). Research of the model of relations by methods of game theory. https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/23774

[2].von Neumann, John; Morgenstern, Oskar (1944), "Theory of games and economic behavior", Nature, Princeton University Press, 157 (3981): 172 p.

[3]. Gibbons R. Game Theory for Applied Economists. – Princeton University Press, Princeton,New Jersey, 1992. – 288 p.

УДК 004.67: 338.47

АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ НАПОВНЕНОСТІ ЗУПИНОК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Буренко В. О. (volodymyr.burenko22@gmail.com)
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна)

В роботі розглянуто методи реєстрації кількості людей на зупинці пасажирського транспорту. Проведений аналіз використання глобальних (порогових) та локальних (адаптивних) методів бінаризації зображень, отриманих з IP-камер, які є хостами інформаційно-вимірювальної мережі Smart-City. Доведено доцільність використання алгоритму Оцу для знаходження оптимального порогу при бінаризації зображень у процесі планування пасажироперевезень. Наведено приклад роботи розробленого застосунку на мові JavaScript при розрахунку загальної кількісті пікселів із фото людей на зупинці.

В архітектурі комп'ютерних мереж для Smart-City зростає кількість IP-камер, які найбільшою часткою встановлюються на зупинках пасажирського транспорту та можуть бути використані для задач інформаційно-вимірювальній мережі моніторингу наповненості таких зупинок з наступним плануванням вчасної подачі транспорту необхідної місткості [1]. Моніторинг наповненості зупинок пасажирського транспорту – це процес визначення рівня зайнятості зупинок та контролю за кількістю пасажирів, які користуються транспортом на конкретній зупинці. Це важлива інформація для операторів транспорту, яка дозволяє їм ефективно планувати рух транспорту, забезпечувати комфортні умови для пасажирів і покращувати якість обслуговування [2].

Для моніторингу наповненості зупинок пасажирського транспорту можуть використовуватися різні технології. Одна з них – використання сенсорів, які реєструють рух людей на зупинці. Наприклад, можна на тротуарі встановлювати сенсори, які реагують на присутність людей та фіксують їх рух (рис. 1). Такі датчики повинні мати ступінь захисту не нижче IP65, при спрацьовуванні передавати живлення на джерело світла (нп., LED-світильник Horoz Electric AWAX-1). Таким чином, для обліку може використовуватись потужність датчика, яка дорівнює сумарній потужності світильників, що включилися. Ця інформація може передаватися операторам транспорту для подальшого аналізу.

Найбільш доцільним способом моніторингу наповненості зупинок може бути встановлення систем відеоспостереження на зупинках, які дозволяють в реальному часі визначати кількість людей, які знаходяться на зупинці Ця інформація також може передаватися операторам транспорту через відповідну інформаційно-вимірювальну мережу, хостами якої є IP-камери.

Важливим етапом в обробці зображень, отриманих з IP-камер, є сегментація зображень, яка допомагає вирішувати складні завдання комп'ютерного зору.

Рисунок 1 – Тротуарні LED-світильники: а – лінійні; б – точкові; в – вбудований датчик руху e100101

Одним з основних методів сегментації зображень є використання глибоких згорткових нейронних мереж (англ. Deep Convolutional Neural Networks – CNN). Ці мережі можуть навчитися автоматично визначати границі об'єктів та розподіляти пікселі зображення до відповідних сегментів. Використання глибокого навчання (англ. Deep Learning – DL or ML) дозволяє досягти високої точності та швидкості обробки зображень. Сегментація зображення базується на принципах розривності та подібності.

Принцип розривності передбачає, що сусідні сегменти зображення повинні бути різними об'єктами або різними частинами одного об'єкта. Це означає, що границі між сегментами повинні бути чіткими і не перетинатися.

Принцип подібності передбачає, що пікселі в межах одного сегмента повинні мати подібні характеристики, такі як колір, текстура або яскравість. Це означає, що об'єкти з однаковими характеристиками будуть належати до одного сегмента.

Існуючі різні методи бінаризації зображень можна умовно поділити на глобальні (порогові) та локальні (адаптивні).

У загальному сенсі завдання виявлення об'єктів полягає у встановленні наявності на зображенні об'єкта, що має деякі певні характеристики. Такою характеристикою може бути, наприклад, яскравість зображення.

Локальні (адаптивні) методи бінаризації розбивають зображення на декілька областей, для кожної з яких необхідно обчислити поріг, ґрунтуючись на інформації про інтенсивність пікселів. Алгоритми даного класу передбачають розбиття зображення на блоки певного розміру, при цьому розмір блоку має бути мінімальним, але достатнім для збереження вихідних особливостей та деталей зображення. Однак при цьому блоки мають бути настільки більшими, щоб шуми впливали на результат мінімально. Найбільш популярними адаптивними методами бінаризації зображень є метод Брэдли-Рота, Ніблека, метод Бернсена, метод Ейквеля, метод Саувола, метод Крістіана та ін. Адаптивну бінаризацію можна рекомендувати у разі, якщо необхідно обробити напівтонові зображення невисокої якості. Однак, у разі неоднорідностей фону з низькою контрастністю можлива поява хибних об'єктів.

Згідно з глобальними (пороговими) методами одним з способів виявлення об'єктів є вибір порога за яскравістю, або гранична класифікація (thresholding). Сенс такого порогу полягає в тому, щоб розділити зображення на світлий об'єкт (foreground) та темне тло (background). Тобто. об'єкт – це сукупність тих пікселів, яскравість яких перевищує поріг ($I > T$), а тло — сукупність інших пікселів, яскравість яких нижче за поріг ($I < T$). Питання постає у тому, як обрати ключовий параметр – поріг T.

Одним з найбільш популярних методів глобальної бінаризації зображень є метод Оцу [3], запропонований японським вченим Нобуюкі Оцу в 1979 р.

Алгоритм Оцу складається з таких основних кроків:

1. Розрахуйте гістограму інтенсивності зображення.

2. Розрахуйте загальну кількість пікселів у зображенні.

3. Для кожного значення порогу (від 0 до максимальної інтенсивності пікселів) розрахуйте вагу кожної частини зображення (до та після порогу), а також середні значення інтенсивності для кожної частини.

4. Для кожного значення порогу розрахуйте дисперсії кожної частини (відносно середнього значення інтенсивності кожної частини) та загальну внутрішньокласову дисперсію, використовуючи вагу кожної частини.

5. Знайдіть поріг, для якого міжкласова дисперсія максимальна.

6. Застосуйте отриманий поріг до зображення.

Недоліком методу Оцу можливість втрати дрібних деталей, але для обліку кількості людей на зупинках дрібні деталі не є важливими, тому для планування пасажироперевезень алгоритм Оцу дозволяє знайти оптимальний поріг для бінаризації зображення. У цьому випадку він забезпечує точну та надійну бінаризацію зображення, що допомагає покращити якість подальшої обробки зображення.

Для генерування гістограми яскравості та розрахунку загальної кількісті пікселів у зображенні був розроблений застосунок у середовищі розробки Webstorm, для чого було встановлено крос-платформне середовище Node.js 18.18.2 LTS для виконання JavaScript з відкритим вихідним кодом [4] та менеджер пакетів JavaScript – Node Package Manager (npm), – що керує залежностями в проєктах, написаних на Node.js, та дозволяє завантажувати пакети у застосунок з хмарного сервера npm [5; 6].

Приклад розрахунку загальної кількісті пікселів із фото людей на зупинці наведено на рис. 2.

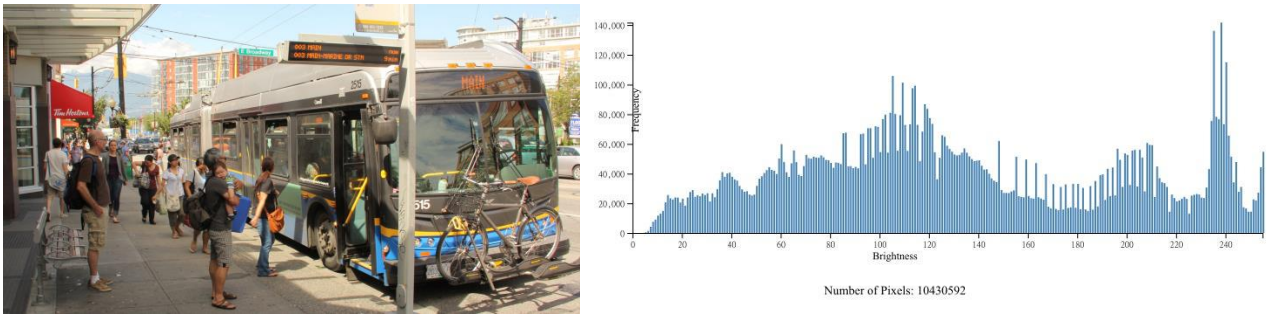


Рисунок 2 – Розрахунок загальної кількісті пікселів з фото людей на зупинці транспорту

Моніторинг наповненості зупинок пасажирського транспорту дозволяє операторам ефективно планувати рух транспорту, уникати переповнених автобусів чи трамваїв, а також забезпечити комфортні умови для пасажирів. Крім того, ця інформація може бути використана для аналізу популярності різних зупинок та визначення потреб у розвитку громадського транспорту.

Список використаної літератури

[1] О. Доля, К. Доля, “Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень автомобільним транспортом,” *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, vol. 2, no. 3, pp. 101–119, 2023 [Online]. Available: https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230203.10.

[2] Yu. Royko, Yu. Yevchuk, R. Bura, A. Velhan, “Minimization of public transport delays at arterial streets with coordinated motion,” *Transport Technologies*, vol. 3, no. 1, pp. 14–29, 2022 [Online]. Available: https://doi.org/10.23939/tt2022.01.014 [Accessed: October 03, 2023].

[3] A. Shaikh, S. Botcha, M. Krishna, S. Kumar, “Otsu based differential evolution method for image segmentation,”: preprint, 19 pages, October 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/364422460_Otsu_based_Differential_Evolution_Method_for_Image_Segmentation [Accessed: October 03, 2023].

[4] Node.js® is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment [Online]. Available: https://nodejs.org/en [Accessed: October 03, 2023].

[5] NPM: Public collection of packages of open-source code for Node.js [Online]. Available: https://www.npmjs.com/ [Accessed: October 03, 2023].

[6] NPM Docs: Downloading and installing Node.js and npm [Online]. Available: https://docs.npmjs.com/downloading-and-installing-node-js-and-npm#using-a-node-version-manager-to-install-nodejs-and-npm [Accessed: October 03, 2023].

УДК 004

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ТЕСТУВАЛЬНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Войцеховський А.С., Щербакова Г.Ю. (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати аналізу актуальності та можливостей застосування апарату нечіткої логіки для вирішення завдання оцінки рівня компетентності тестувальників програмних систем.

Вступ. Проблеми прийняття рішень в складних умовах займають у даний час особливе місце в інформаційних технологіях. Математичні методи широко застосовуються для опису й аналізу складних економічних, соціальних та інших систем. Теорія оптимізації створила сукупність методів, що допомагають при використанні ЕОМ ефективно приймати рішення при відомих і фіксованих параметрах або коли параметри - випадкові величини з відомими законами розподілу. Існує, проте, ряд завдань, які не піддаються формальному опису в силу того, що частина параметрів представляють собою неточно або якісно задані величини. Традиційні методи недостатньо придатні для вирішення подібних завдань саме тому, що вони не в змозі описати виникає невизначеність.

Ретельне опрацювання питань кваліфікації кадрів стала невід'ємною частиною і важливою складовою успіху діяльності кожної компанії. Проте все частіше сучаними компаніями з розробки програмного забезпечення (ПЗ) доводиться приймати рішення в умовах невизначеності, які можуть привести до непередбачених наслідків і, відповідно, небажаним результатам і збиткам. Своєчасне виявлення, а також адекватна і найбільш точна оцінка компетентності різних працівників таких компаній є однією з нагальних проблем сучасного аналізу [1].

На жаль, існуючі на сьогоднішній день методи аналізу та оцінки компетентностей працівників компаній розробників ПЗ не позбавлені суб'єктивізму і істотних передумов, що призводять до неправильних та не точних результатів.

Теорія нечіткої логіки - це новий підхід до оцінки різних складних систем та взаємодій між її елементами, що динамічно розвивається. Останнім часом нечітке моделювання є однією з найбільш активних і перспективних напрямків прикладних досліджень в галузі управління та прийняття рішень.

В основі нечіткої логіки лежить теорія нечітких множин, де функція приналежності елемента множини не бінарна (так / ні), а може приймати будь-яке значення в діапазоні 0-1. Це дає можливість визначати поняття, нечіткі за самою своєю природою: "хороший", "високий", "слабкий" і т.д. Нечітка логіка дає можливість будувати бази знань та експертні системи нового покоління, здатні зберігати й обробляти неточну інформацію. Системи, засновані на нечіткій логіці, розроблені і успішно впроваджені в таких областях, як управління технологічними процесами, управління транспортом, управління побутовою, технікою, медична та технічна діагностика, фінансовий менеджмент, фінансовий аналіз, біржове прогнозування, розпізнавання образів, дослідження ризикових і критичних операцій, прогнозування землетрусів, складання автобусних розкладів, кліматичний контроль в будівлях [2].

Постановка завдання. Актуальним завданням є дослідження можливостей застосування нечіткої логіки та нечітких моделей (НМ) для оцінки ступеня впливу вхідних факторів на вихідні змінні в контексті оцінки компетентностей тестувальників програмного забезпечення.

НМ за своєю суттю є деякою сукупністю набору елементів, що відносяться до завданої природи чи предметної галузі та які не можуть бути однозначно віднесені до окремої сукупності. Формально НМ під назвою А визначається через деяку безліч впорядкованих пар типу (x, μA (x)), де x є окремим елементом універсуму (унікальна множина), тобто xєE, показник μA (x) являє собою функцію приналежності (ФП), яка відповідає за встановлення елементам універсуму відповідних дійсних чисел, що знаходяться у інтервалі [0, 1]. У разі, якщо μA (x) дорівнює 1 – елемент x безумовно відноситься до НМ А, у протилежному випадку елемент x є E безумовно не ходить до НМ А. Таким чином, математично, за допомоги НЛ здійснюється обробка ймовірнісних

та невизначених ситуації, на базі формування асоціативних понять, тобто формалізованих лінгвістичних термінів (термів) [1].

Кожна з областей має багато можливостей для її використання в рамках м'яких обчислень. Нечітка логіка є основою методів роботи з неточністю, зернистою структурою (гранульованою інформацією), наближених міркувань і обчислень зі словами (computing with words). Нейровичислення відображають здатність до навчання, адаптації та ідентифікації. У разі еволюційних обчислень йдеться про можливість систематизувати випадковий пошук і досягати оптимального значення характеристик. Імовірнісні обчислення забезпечують базу для управління невизначеністю та проведення міркувань, що виходять із свідоцтв [2].

Системи, у яких нечітка логіка, нейрообчислення, генетичні алгоритми та імовірнісні обчислення використовуються в деякій комбінації, називаються гібридними системами. Найбільш відомими системами цього є так звані нейро-нечіткі системи. В даний час з'являються нечітко-генетичні системи, нейро-генетичні системи та нейро-нечітко-генетичні системи. Проведемо аналіз найбільш часто використовуваних на практиці алгоритмів нечіткого логічного висновку.

Алгоритм Мамдані, заснований на нечіткому логічному висновку, який дозволяє уникати надмірно великого обсягу обчислень, що є зручним при реалізації. Цей алгоритм сьогодні отримав більше практичне застосування в задачах нечіткого моделювання, примітний тим, що він працює за принципом «чорного ящика». На вхід надходять кількісні значення, на виході також кількісні значення. На проміжних етапах використовується апарат нечіткої логіки та теорія нечітких множин.

Алгоритм Цукамото зазвичай застосовують тільки для монотонних функцій відповідності вихідного параметра, тому цей алгоритм не універсальний, але відносно простий. Алгоритм Цукамото менш точний, ніж алгоритм Мамдані, середнє відмінність - близько одного відсотка. Однак, він менш наочний і складніше реалізуємо.

Алгоритм Ларсена застосовується в тих же випадках, що і алгоритм Мамдані. У ряді випадків він виявляється точніше алгоритму Мамдані (якщо вхідні нечіткі множини не є монотонними), але вимагає виконання більшого числа операцій множення.

Алгоритм Сугено застосовується, коли відома не форма функції відповідності вихідного параметра, а тільки їх вагові коефіцієнти. На відміну від алгоритму Мамдані, не використовуються правила, що містять диз'юнкції в лівих частинах імплікацій.

Таким чином, найбільш доцільним з точки зору простоти, функціональності і логіки написання програмного коду, є алгоритм Мамдані. Він буде використаний для практичної реалізації нашого завдання

Висновки. На базі проведеного аналізу основних положень та функціональних аспектів застосування теорії нечіткої логіки та дослідження особливостей популярних алгоритмів нечіткого логічного висновку слід стверджувати про доцільність використання даного апарату для вирішення завдань оцінки компетентностей тестувальників програмного забезпечення.

Список використаної літератури

[1] Аверкін О.М. Нечіткі множини в моделях управління та штучного інтелекту / О.М. Аверкін, І.З. Батиршин. - В.: Наука, 2006. - 312 с.

[2] Борисов В.В., Нечіткі моделі та мережі. / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов, - І.: Ситлз Ко, 2007. - 284 с.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Галин С.В., Вичужанін В. В. (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати створення алгоритму побудови моделі системи масового обслуговування на прикладі сортувальної станції складу. Запропоновано структурну складову елементів інтерфейсу системи моделювання для виконання досліджень з поведінки моделі у різних зовнішніх умовах.

Вступ. Останнім часом все більшої актуальності набувають методи та підходи побудови імітаційних моделей різних складних систем. Комп'ютерні моделі простіше і зручніше досліджувати в силу їх можливості проводити обчислювальні експерименти, в тих випадках, коли реальні експерименти утруднені через фінансові або фізичних перешкод або можуть дати непередбачуваний результат [1].

Логічність комп'ютерних моделей дозволяє виявити основні фактори, що визначають властивості досліджуваного об'єкта-оригіналу (або цілого класу об'єктів), зокрема, досліджувати відгук моделюється фізичної системи на зміни її параметрів і початкових умов [2].

Постановка завдання. З метою дослідження складних систем для виявлення специфіки їх функціонування у різноманітних умовах актуальним є використання сучасних методів та програмних засобів реалізації комп’ютерного моделювання. Це стає можливим завдяки використанню спеціалізованого програмного забезпечення та сучасних мов програмування. Метою роботи є підвищення ефективності моделювання систем масового обслуговування.

Розроблена модель призначена для дослідження специфіки роботи складу сортувальної станції.

Основні операції: розвантаження, завантаження та збирання замовлень.

1. Процес розвантаження:

– Вантажівка доставляє піддони до наявної розвантажувальної майданчику.

– Потім піддони вивантажуються з вантажівки з допомогою вилочного навантажувача і розміщуються в зоні прийому.

– Потім додаткові навантажувачі транспортують піддони до основних складським стійок.

2. Процес складання замовлення:

– Замовлення збирається з піддонів, які можуть бути одного або різних типів.

– Замовлення може бути зібраний, якщо необхідні піддони можуть бути встановлені в зоні збірки поблизу розвантажувальної площадки (або якщо там недостатньо місця - в зоні додаткового зберігання) і основне сховище має необхідну кількість піддонів необхідних типів.

– Замовлення збирається вилковими навантажувачами.

3. Процес завантаження:

– Після того, як замовлення повністю зібрані, кожному з них призначається навантажувальний майданчик, де вони будуть зберігатися.

– Потім вантажівка приїжджає до вантажної майданчику для отримання замовлення.

– Автонавантажувач завантажує замовлення в вантажівки з зони збірки.

– Загальна кількість замовлень на одну вантажівку не повинно перевищувати його перевізний здатності.

Алгоритм функціонування створюваної моделі наведено на рис.1.

Дослідження моделі повинно бути засновано на ряді функціональних можливостей, які повинен надати інтерфейс. За допомоги створеного інтерфейсу форми дослідження розробленої моделі користувач повинен мати наступні можливості:

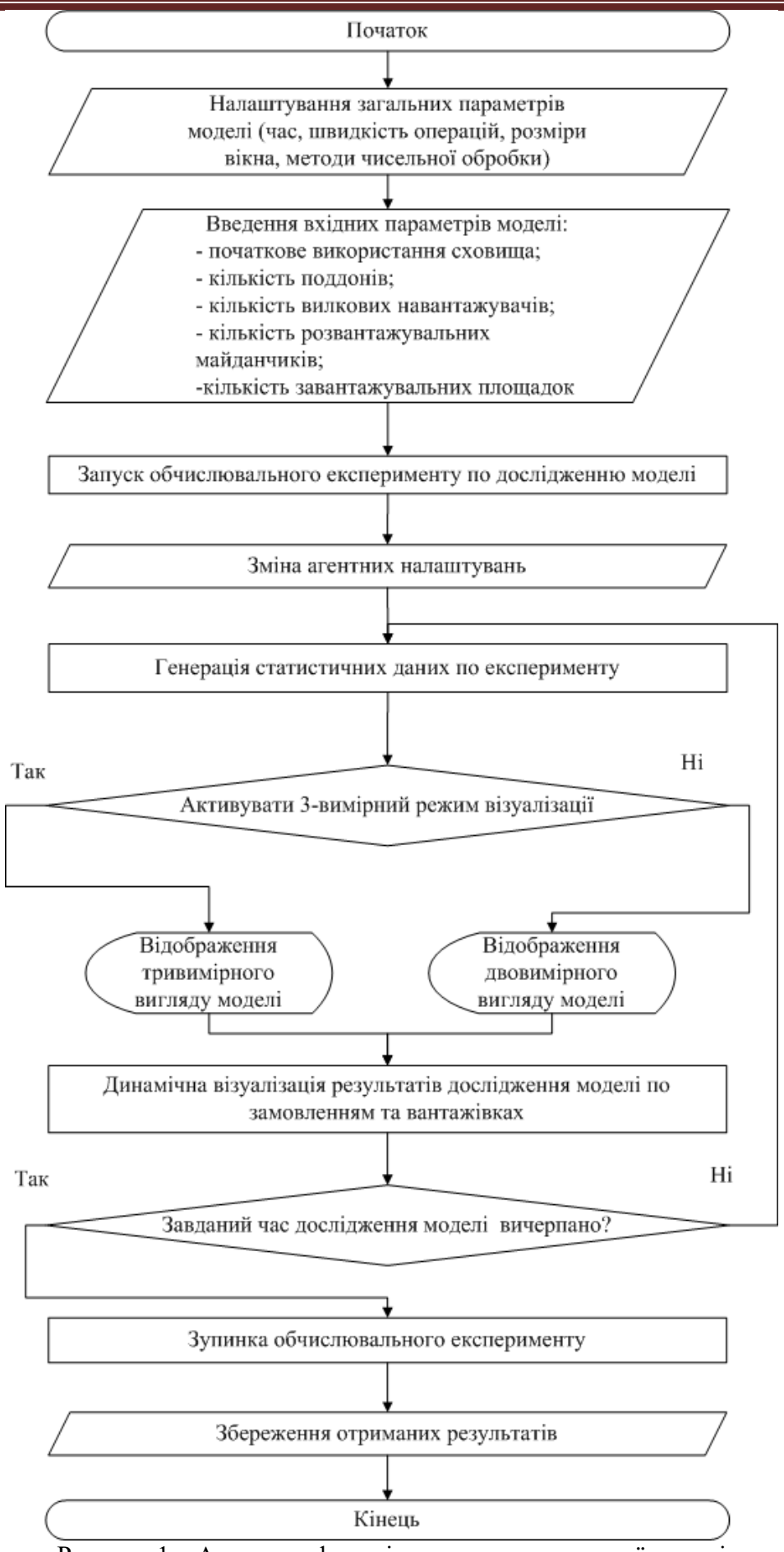


Рисунок 1 – Алгоритм функціонування створюваної моделі

1. Управління запуском моделі з опціями: запуску до встановленого моменту часу; запуску на встановлений проміжок (період) часу; запуск за обраною кількістю кроків; призупинити виконання симуляції функціонування моделі на вказаний період часу; прискорити виконання

процесу симуляції моделі від 1 до 10 разів; уповільнити виконання процесу симуляції моделі до 1-х швидкості.

2. Налаштування початкових вхідних даних роботи моделі: ступінь використання обсягів сховища зберігання замовлень; кількість доступних до використання піддонів; кількість вилкових навантажувачів; кількість розвантажувальних майданчиків; кількість навантажувальних майданчиків.

3. Зміна параметрів у інтерфейсі форми симуляції функціонування моделі: швидкість роботи навантажувачів; швидкість роботи розвантажувачів; вантажопідйомність транспортних засобів (вантажівок); мінімальний обсяг замовлень на один транспортний засіб; максимальний обсяг замовлень на один транспортний засіб; загальний обсяг усіх можливих замовлень.

4. Перегляд статистики по обчислювальному експерименту моделі: перегляд графіку витрат часу на обробку замовлень; перегляд графіку витрат часу на використання засобів; перегляд діаграми розподілу статусів замовлень; перегляд діаграми розподілу кількостей піддонів.

Висновки. Побудована модель системи масового обслуговування на прикладі сортувальної станції складу дозволяє проводити дослідження впливу параметрів системи на її поведінку та оцінювати взаємозв’язки між елементами, що може бути застосовано для превентивного аналізу даних.

Список використаної літератури

[1] Колупаєва С. Н. Математичне та комп'ютерне моделювання / С. Н. Колупаєва. – К.: Шкільний університет, 2018. - 208 с.

[2] Галіулліна А.Ф. Аналітичне моделювання ділових процесів як систем масового обслуговування з метою оцінки їх показників ефективності / О.Ф. Галіулліна // Наука вчора, сьогодні, завтра: зб. ст. по матер. XX міжнар. наук.-практ. конф. - 2015. - № 1 (18). - С. 56-67.

УДК 621.313.333

АВТОМАТИЗОВАНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Граняк В.Ф. (titanxp2000@ukr.net)
Вінницький національний аграрний університет (Україна)

У роботі пропонується експрес метод визначення моментних характеристик асинхронних електродвигунів, що допомагає значно зменшити складність випробування таких машин. Також розроблено загальну математичну модель для контролю моментних характеристик електричних машин, яка дозволяє однозначно встановити залежність пускового моменту асинхронного двигуна від кутового положення ротора на основі даних, отриманих під час експериментів.

Низька ефективність засобів контролю моментних характеристик може бути пояснена передусім обмеженими можливостями використовуваного типового методу вимірювання, що полягає у наступному: ротор ОК загальмовується, і на статор обмотки подається номінальна напруга, що призводить до швидкого нагрівання об'єкта контролю протягом короткого проміжку часу (приблизно 10 секунд). Таким чином, можливо провести лише одне вимірювання моменту і кута, або моменту і напруги живлення, поки температура обмотки змінюється від кімнатної до розрахункової робочої. Після цього ОК охолоджується протягом кількох годин, встановлюється нове кутове положення ротора і нова напруга живлення за допомогою подільної головки. Зазначений вимірювальний експеримент повторюється 18-20 разів. Отже, загальна трудомісткість контролю залежності пускового моменту від кутового положення ротора приблизно становить 36 нормо-годин для одного двигуна [1]. Аналогічно трудомістким є і контроль залежності пускового моменту від напруги живлення.

Тож виходячи з сказаного є очевидним, що розробка методів визначення моментних характеристик асинхронних двигунів, що дозволили б підвищити продуктивність таких вимірювань, є актуальною науково-прикладною задачею.

Для значного покращення продуктивності пропонується проводити контроль моментних характеристик у проміжку часу, коли температура обмоток статора об'єкта контролю змінюється від кімнатної до розрахункової робочої. Цей підхід повинен бути застосований під час контролю таких параметрів, як залежність пускового моменту від кутового положення ротора, залежність пускового моменту від напруги живлення, моменту інерції та динамічного моменту.

Для підвищення продуктивності засобів контролю моментних характеристик запропоновано метод неперервного контролю залежності пускового моменту від кутового положення ротора. Основна ідея методу включає в себе наступне.

Зовнішній привідний двигун з фіксованою наперед заданою швидкістю обертає ротор об’єкта контролю і одночасно вимірюється момент на його роторі та кутове положення ротора протягом одного повного оберту ротора об’єкта контролю. Швидкість обертання ротора об’єкта контролю регулюється таким чином, щоб відтворити умови досліду короткого замикання ($s \approx 1$), при цьому забезпечуючи, щоб температура обмоток статора досліджуваного двигуна за час контролю моментної характеристики не перевищила розрахункового робочого значення.

Для реалізації цього методу пропонується структурна схема автоматизованого контролю, яку представлено на рисунку 1.

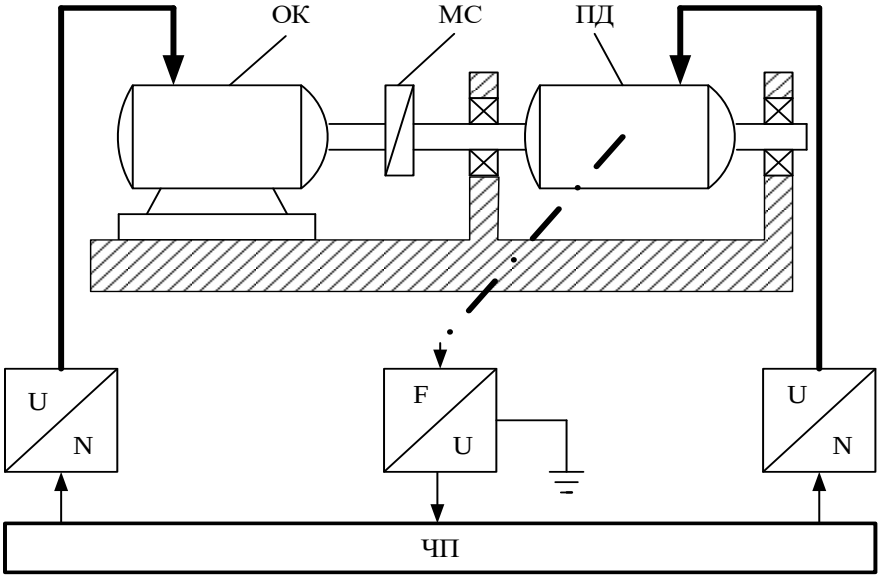


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема засобу автоматизованого контролю моментної характеристики АД

Пристрій, що реалізує запропонований метод, складається з наступних компонентів: основа, привідний двигун, вихідний вал з підшипниками, сенсор зусилля, який встановлений на основі перетворювача і з'єднаний зі статором привідного двигуна вимірювальним важелем, пускові пристрої привідного двигуна і об'єкта контролю, а також мікропроцесорну систему управління.

Метод виконується за наступним алгоритмом:

1. Об'єкт контролю жорстко закріплюється на основі вимірювального перетворювача, і його ротор з'єднується з вихідним валом привідного двигуна за допомогою муфти.

2. Живлення об'єкта контролю та привідного двигуна подається від електричної мережі за допомогою пускових пристроїв.

3. Привідний двигун з вимірювальним перетворювачем встановлено балансирно.

4. Перед включенням привідного двигуна та об'єкта контролю в електричну мережу в оперативній пам'яті мікропроцесорної системи управління встановлюються початкова адреса і розмір буфера, в якому будуть зберігатися масиви виміряних значень моменту і кута повороту ротора.

5. Потім мікропроцесорна система управління запускає привідний двигун та об'єкт контролю.

6. Привідний двигун обертає ротор об'єкта контролю через муфту. Під час обертання контрольований параметр $M_{пов}$ передається з ротора об'єкта контролю на муфту МС та на корпус

привідного двигуна. При цьому на сенсор зусилля через вимірювальний важіль діє сила F_i, яка пропорційна $M_{пов}$.

7. Напруга U_i на виході сенсора зусилля, пропорційна F_i, через аналого-цифровий перетворювач записується в оперативну пам'ять.

8. Після завершення одного повного оберту ротора об'єкта контролю привідний двигун і об'єкт контролю вимикаються, а в оперативній пам'яті мікропроцесорної системи управління формується масив виміряних значень сили F_i. При цьому адреси в цьому масиві упорядковані за кутовим положенням ротора.

9. Після цього визначається масив результатів пускового моменту, який використовується для подальшого аналізу і контролю моментних характеристик ОК.

Після цього визначається масив результатів пускового моменту:

$$M_{пов} = F_i \cdot l, \tag{1}$$

l – довжина вимірювального важеля.

Представлену схему та підхід до автоматизованого контролю можна застосовувати також під час контролю залежності пускового моменту від кутового положення ротора та напруги живлення.

Узагальнена математична модель засобу контролю моментних характеристик електричних машин з урахуванням (1) матиме вигляд [2-4]:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} u_{s\alpha} \\ u_{r\alpha} \\ u_{r\beta} \\ u_{s\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{s\alpha} + dL_{s\alpha}/dt & dM/dt & 0 & 0 \\ dM/dt & r_{r\alpha} + dL_{r\alpha}/dt & L_{r\beta}\omega_r & M\omega_r \\ -M\omega_r & -L_{r\alpha} & r_{r\beta} + dL_{r\beta}/dt & dM/dt \\ 0 & 0 & dM/dt & r_{r\beta} + dL_{s\beta}/dt \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_{s\alpha} \\ i_{r\alpha} \\ i_{r\beta} \\ i_{s\chi} \end{bmatrix} \\ M_{э.м} = M \cdot (i_{s\beta} \cdot i_{r\alpha} - i_{s\alpha} \cdot i_{r\beta}); \\ \dfrac{d\omega_r(t)}{dt} = \dfrac{p}{J} \cdot \left[M_{э.м}(t) - M_{\text{р}}(t) \right]; \\ M_{\text{р}}(t) = \dfrac{M_x(t) - M_{э.м}(t)}{i \cdot \eta};\ M_{м.п} = -e \cdot \cos\alpha; \\ M_y(t) = M_{э.м}(t) + M_x(t) - M_{м.п}(t); \\ M(t) = \dfrac{1}{J} \cdot \int_0^t \dfrac{1}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} \cdot \exp(-\varepsilon\omega t) \cdot \sin\left(\sqrt{1-\varepsilon^2}\,\omega t\right) \cdot M_y(t)dt, \end{cases} \tag{2}$$

в системі (2) перші три рівняння являють собою узагальнену модель електричної машини привідного двигуна, четверте і п’яте рівняння відтворюють фізичні процеси, що відбуваються в редукторі та муфті спряження, а останнє рівняння описує процес руху рухомої частини вимірювального перетворювача. Дана модель може бути доповнена також функціями перетворення сенсора зусилля.

Висновки

1. Запропоновано автоматизований метод визначення моментних характеристик асинхронних електродвигунів, що дозволяє суттєво зменшити трудомістькість дослідного випробування таких машин.

2. Розроблено узагальнена математична модель засобу контролю моментних характеристик електричних машин, що дозволяє однозначно встановити функціональну залежність значень пускогого моменту асинхронного двигуна від кута повороту ротора на основі вимірювальної інформації, що отримується в результаті експериментального дослідження.

Список використаних джерел

[1] М. А. Яцун *Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів*. Львів: видавництво Львівської політехніки, 2010.

[2] G. Wang, G. Zhang, R. Yang, D. Xu «Robust low-cost control scheme of direct-drive gearless traction machine for elevators without a weight transducer». *IEEE Transactions on Industry Applications*. vol. 48, 3 no. pp. 996-1005, 2012.

[3] О. І. Толочко *Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник*. Київ: НТУУ «КПІ», 2016.

[4] Є. С. Поліщук *Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: підручник*. Львів: Львівська політехніка, 2018.

УДК 621.396

ОПТИМІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рощупкін Є. С., Гречка О. В. (reszzz@gmail.com)
Харківський національний університет Повітряних Сил (Україна)

Обґрунтовано необхідність визначення оптимального переліку діагностичних параметрів для контролю технічного стану радіотехнічних систем при експлуатації. Запропоновано методику обґрунтування оптимальних діагностичних параметрів при контролі технічного стану радіотехнічних систем, яка складається із двох методів: методу розробки регресійної моделі та методу розрахунку імовірності виникнення несправності. Отриманий оптимальний перелік діагностичних параметрів радіотехнічних систем відповідає встановленому рівню достовірності операцій проведеного контролю.

На сьогодні широкого застосування знайшли радіотехнічні системи (РТС) – інформаційно-керуючі системи, які здійснюють передачу, отримання та обробку, внесення завад за допомогою радіохвиль [1, 2]. Так, системи радіолокації, навігації, зв’язку, управління складними технічними системами, передавання та приймання інформації та інші РТС значно впливають на якість життя у високотехнологічних країнах. Тому, несвоєчасне виявлення можливої несправності РТС може бути причиною завдання неподобств у повсякденній діяльності (наприклад, втрата зв’язку в якійсь локації або місті), або, що гірше, призвести до катастрофи (аварія засобу повітряного, наземного або водного транспорту). Отже, для запобігання появи несправності у РТС періодично проводиться контроль їх технічного стану [3]. Однак, на сьогодні операції контролю дають відповідь про поточний технічний стан об’єкта. Для визначення його наступного часу контролю для запобігання появи прихованої відмови пропонується проводити операції діагностування. Для цього необхідно визначити перелік діагностичних параметрів РТС, зміна яких буде сигналізувати про появу можливої несправності [4, 5].

Показано, що для розрахунку достовірності контролю технічного стану РТС за обмеженим переліком діагностичних параметрів необхідно враховувати вплив параметрів, які контролюються та неконтролюються, на загальний результат проведення операцій контролю та діагностування [5]. Це обумовлено тим, що із всієї сукупності параметрів РТС як діагностичні призначені можуть бути такі, вплив яких на достовірність контролю технічного стану РТС є не значним. З іншого боку, виключеними параметрами із переліку діагностичних можуть бути ті, вплив яких на достовірність контролю технічного стану РТС є значним і їх вихід за границі визначених інтервалів може призвести до несправності (помилок при функціонуванні) [6]. Тому оптимальний перелік діагностичних параметрів технічного стану РТС повинен відповідати заданому значенню (рівню) достовірності при експлуатації. З цією метою пропонується при оптимізації враховувати коефіцієнти впливу (ваги) кожного із можливих параметрів РТС.

Для обґрунтування оптимального переліку діагностичних параметрів РТС пропонується враховувати коефіцієнт впливу діагностичного параметра на висновок про результат контролю технічного стану РТС. У доповіді пропонується з метою оптимізації діагностичних параметрів РТС провести їх ранжирування за наступною методикою.

Запропонована методика ранжування складається із двох методів:

розробка регресійної моделі складових РТС і їх узагальненого функціонування (для збирання статистичної інформації про несправність РТС під час експлуатації);

розрахунок імовірності появи (виникнення) несправності РТС за кожним із попередньо визначеним діагностичним параметром (ранжування проводиться за збільшенням такої імовірності) (для етапу обробки статистичної інформації про несправності РТС при експлуатації).

Запропонована методика дозволяє враховувати вагу діагностичного параметра РТС, тобто його вплив на результат загальний результат застосування за призначенням з урахуванням випадкових факторів і зовнішніх умов експлуатації. Врахування випадкових факторів і зовнішніх умов експлуатації не використовують при обґрунтуванні оптимального переліку параметрів контролю. Це обумовлено складністю математичного складання регресійної моделі складових РТС. Тому, пропонується проводити накопичення статистичної інформації про змінювання параметрів РТС під час експлуатації за результатами періодичного контролю технічного стану РТС. Після накопичення необхідної статистичної інформації з потрібною достовірністю визначається вплив діагностичного параметра на результат функціонування РТС. Оцінювання ваги кожного діагностичного параметра контролю щодо справності (несправності, тобто наявності відмови або появи відмови протягом деякого часу) РТС розраховується за результатами дослідження змін характеристик системи в різних умовах експлуатації.

Розроблена методика обґрунтування оптимальних діагностичних параметрів при контролі технічного стану РТС більш раціональна порівняно із відомими [3, 5]. Ця раціональність досягається за рахунок спрощення алгоритм визначення ваги параметрів бо не потребує залучення висококваліфікованих фахівців (що притаманно методу експертного оцінювання) і дозволяє врахувати вагу кожного параметру РТС на справність (несправність) станції залежно від умов її експлуатації.

Результати комп’ютерного моделювання запропонованої методики довели спроможність обґрунтувати оптимальний перелік діагностичних параметрів для контролю технічного стану РТС при виконанні вимог щодо достовірності проведених операцій такого контролю.

Список використаної літератури

[1]. *Iohov O., Maliuk V., Horielyshev S. et al.* Development of a method for boundary determination of the noise-resistant area of the UHF/VHF band, Advances in Military Technology, Vol. 15, No. 2, 2020, pp. 231-246, DOI: https://doi.org/10.3849/aimt.01376.

[2]. *Kulakov O., Katunin A., Kozhushko Ya. et al.* Usage of Lidar Systems for Detection of Hazardous Substances in Various Weather Conditions, IEEE 6th International Symposium on Microwaves, Radar and Remote Sensing (MRRS), 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week, 2020, p. 360-363.

[3]. *Прібилєв Ю. Б., Герасимов С. В., Борисенко М. В.* Графоаналітичний метод компромісного розподілу витрат на забезпечення запасу точності та надійності елементної бази вимірювальних каналів контрольно-випробувальної станції, Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2020, Вип. 4 (6), с. 100-106, DOI: https://doi.org/10.30748/zhups.2020.66.14.

[4]. *Kulakov O., Katunin A., Kozhushko Ya. et al.* Definition of Accumulated Operating Time Distributions for a Cable Product Insulation Within the Defined Life Cycles, IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, 2019, p. 355-358.

[5]. *Бойко В. М., Ноженко О. М., Меркулов О. А.* Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на вироби озброєння та військової техніки, Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2021, 4(70), С. 95-104, DOI: https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14.

[6]. *Dzhus V., Roshchupkin Y., Kukobko S. et al.* Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method, Information Processing Systems, 2021, Issue 4 (167), P.p. 19-26, DOI: https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02.

УДК 681.5:004.94

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ХВИЛЕУТВОРЕННЯ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ТОНКОСТІННОЇ СКЛАДЕНОЇ ОБОЛОНКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ВІДСІКАМИ НЕНУЛЬОВОЇ ГАУСОВОЇ КРИВИЗНИ

Грищак В. З. (hryshchak.v.z@mnu.one)
Національний технічний університет “Дніпровська політехніка” (Україна)
Грищак Д. В. (GDVspace@gmail.com)
Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України
Д’яченко Н. М., Купріков В. О. (dyachenkonata69@gmail.com, Paladman2009@gmail.com)
Запорізький національний університет (Україна)

Розглядається стійкість підкріпленої тонкостінної оболонкової конструкції типу «бочка-оживало», яка утворюється з секцій, що мають відхилення від конуса та циліндра синусоїдального типу. Візуалізація форм втрати стійкості дозволяє провести аналіз хвилеутворення для дослідження раціонального проєктування складеної конструкції зазначеного типу, зокрема визначити поєднання знаків гауссової кривизни відсіків, яке є найбільш ефективним до втрати стійкості за осьового стискання або розтягнення в комбінації з зовнішнім тиском .

Комп’ютерна візуалізація хвилеутворення форм втрати стійкості тонкостінної оболонкової конструкції дозволяє наочно дослідити розподіл хвилі вздовж твірної оболонкової конструкції, виявити місце зосередження гребня хвилі з метою вирішення проблеми раціонального проєктування конструкції [1-3].

Останнім часом значна увага приділяється теоретичним та експериментальним дослідженням стійкості складених оболонкових конструкцій, у тому числі підкріплених дискретно розміщеними шпангоутами [1, 2], а також конструкціям ненульової гауссової кривизни [1, 3].

У роботі візуалізація форм випинання конструкції реалізується під час вивчення задачі стійкості складеної оболонкової конструкції, утвореної з секцій, в яких відхилення твірної циліндра та конуса має синусоїдальну форму. Конструкція знаходиться під впливом комбінованого зовнішнього навантаження рівномірним зовнішнім тиском та осьовим зусиллям, в результаті чого вона може втратити стійкість. Досліджується вплив на стійкість конструкції параметрів кривизни оболонки, значення осьового зусилля, а також жорсткості проміжного шпангоуту як у площині початкової кривизни, так і з цієї площини.

Задача розв’язується методом скінченних різниць по відношенню до диференціальних рівнянь для кожного відсіку та диференціальних умов спряження через шпангоут.

Візуалізація форм випинання оболонки (рис. 1) дозволяє провести аналіз форм втрати стійкості та зробити висновки про таке поєднання знаків кривизни оболонкових секцій, при якому конструкція буде найбільш ефективною. Так, у випадку впливу на конструкцію рівномірного розподіленого зовнішнього тиску та осьового зусилля дійшли висновку, що за наявності осьового стисканні кращу ефективність має цілком опукла конструкція (з обома секціями, що мають додатну гауссову кривизну), а за наявності розтягування – конструкція, один із відсіків якої має від’ємну кривизну.

Аналіз візуалізованих форм випинання показав, що найкращу стабільність у поведінці як при розтягуванні, так і при стисканні демонструють оболонки типу «бочка-оживало» з параметрами, близькими до параметрів рівностійкої конструкції.

Крім того, в роботі продемонстровано стабілізацію значень критичного тиску при збільшенні жорсткості шпангоута в площині початкової кривизни. Це дозволяє обрати найбільш ефективну жорсткість шпангоута без значного збільшення маси конструкції.

Обговорюється застосування сучасних підходів до розв’язання проблеми візуалізації фізичних процесів на базі комп’ютерних технологій.

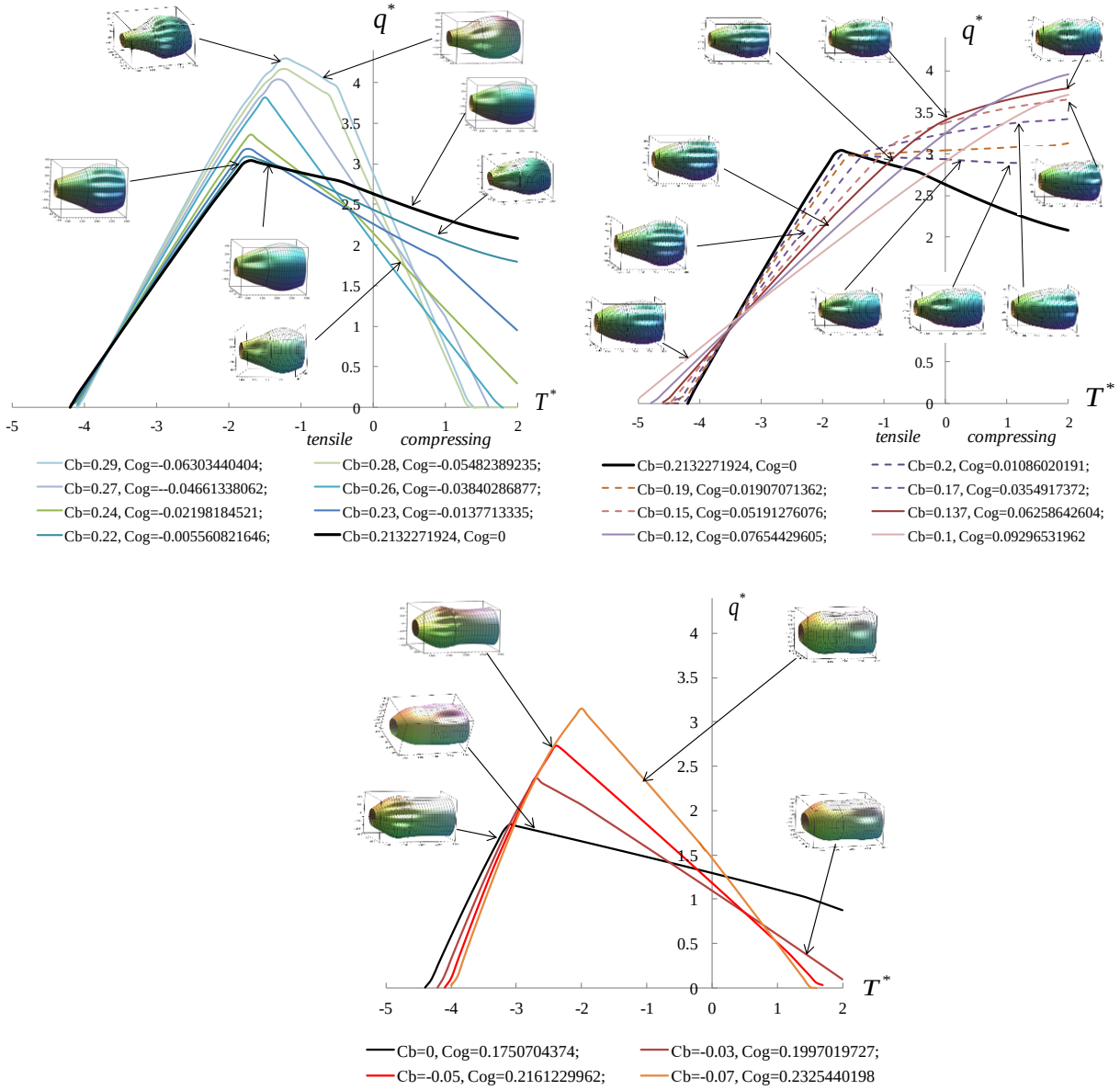


Рисунок 1 – Залежності критичного тиску q^* від осьового зусилля T^* для різних значень параметрів опуклості/вгнутості C_b бочкоподібного та C_{og} оживалоподібного відсіків з візуалізацією хвилеутворення

Список використаної літератури

[1] Grishchak V.Z., Hryshchak D.V., Dyachenko N.M., Baburov V.V. The influence of the Gaussian curvature sign of the compound shell structure's middle surface on local and overall buckling under combined loading. *Space Science and Technology*. 2022. Vol. 28? No. 4, p. 31-38. DOI: https://doi.org/10.15407/knit2022.04.031

[2] Ifayefunmi O., Ismail M. S. An overview of buckling and imperfection of cone-cylinder transition under various loading condition. *Lat. Am. J. Solids Struct.* 2020. Vol. 17, No 8, id: e329. DOI: https://doi.org/10.1590/1679-78256197

[31 Mars J., Koubaa S., Wali M., Dammak F. Numerical Analysis of Geometrically Non-Linear Behavior of Functionally Graded Shells. *Lat. Am. J. Solids Struct. Rio de Janeiro*, 2017. Vol. 14, No 11, h. 1847-18732017. URL: http://dx.doi.org/10.1590/1679-78253914

УДК 004.946

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Д. Гурін (dmytro.gurin@nure.ua),
В.Грижак(valeriia.hryzhak@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В роботі наведено результати дослідження впровадження гейміфікації як інноваційного підходу до навчання у вищих навчальних закладах. Досліджено вплив гейміфікації на підвищення мотивації студентів. Також розглядаються приклади успішного впровадження гейміфікації у вищій освіті, включаючи використання симуляцій, ігрових платформ та інтерактивних ігор.

У сучасному світі навчання й освіти справжнім викликом є підтримка зацікавленості студентів та мотивація їх до активного навчання. Викладачі та освітні заклади повинні постійно адаптуватися до змін, які приніс цифровий вік, і шукати нові шляхи покращення процесу навчання. Однією з таких інноваційних практик, яка отримує все більше популярності і облегшує цей завдання, є гейміфікація у вищих навчальних закладах [1].

Гейміфікація - це концепція, яка перетворює навчання на захопливу гру, де студенти залучені та мотивовані у досягненні навчальних цілей через використання ігрових елементів та механік. У сучасному світі, де комп'ютери та смартфони є невід'ємною частиною життя, гейміфікація виявляється ідеальним інструментом для стимулювання активного навчання. Вона не лише захоплює увагу студентів, але й дозволяє використовувати сучасні технології для покращення навчального процесу. Ігрове навчання – це підхід до навчання, при якому навчальний матеріал подається у формі ігор або симуляційних ігор. Це допомагає студентам засвоювати матеріал більш ефективно та цікаво. Використання інтерактивних ігор, де студенти мають вирішувати завдання або грати у рольову гру, може сприяти полегшенню розуміння складних концепцій у навчанні [2].

Серед методів гейміфікації у вищих закладах слід зазначити:

- системи рівнів: курс може бути розділений на рівні складності, студентам необхідно пройти кожен рівень, перш ніж переходити до наступного;
- змагання: створення змагань або турнірів між студентами або навіть між групами студентів може підвищити конкуренцію та стимулювати бажання виконувати завдання краще;
- інтерактивні ігри: використання інтерактивних ігор, де студенти мають вирішувати завдання або грати у рольову гру, може сприяти поглибленню розуміння складних концепцій у навчанні;
- симуляції: симуляції дозволяють студентам експериментувати та навчатися на практиці. Наприклад, у медичному навчанні студенти можуть використовувати симулятори для практики хірургічних втручань, студенти інженерних спеціальностей можуть використовувати симуляції для вирішення інженерних завдань або створення проектів.

Серед засобів гейміфікації слід зазначити ефективність використання онлайн-платформ для навчання:

- Coursera - це онлайн-платформа, яка співпрацює з університетами та вищими навчальними закладами для надання доступу до безлічі курсі. Вона включає в себе ігрові елементи, такі як відстеження прогресу виконання завдань та отримання сертифікатів;
- edX - співпрацює з університетами з усього світу, пропонує велику кількість безкоштовних курсів, які включають в себе ігрові елементи та інтерактивні завдання;
- Kahoot! - це інтерактивна платформа для створення онлайн-вікторин, які викладачі можуть використовувати для створення захопливих тестів та вікторин, що допомагають у вивченні матеріалу;
- Quizlet - це інструмент для створення та навчання за допомогою флеш-карток. Він може бути використаний для створення ігор для запам'ятовування термінів і понять.

Серед методів гейміфікації також слід зазначити використання віртуальної реальності (VR) у навчанні, цей метод стає все більш поширеним у вищих навчальних закладах у всьому світі.

VR надає студентам можливість вивчати різні предмети та концепції у віртуальних середовищах, що сприяє кращому розумінню та засвоєнню матеріалу. Наприклад медичні університети використовують VR для навчання студентів хірургії та діагностики [3]. За допомогою технології VR створюються інтерактивні лабораторії для студентів з технічних напрямків, де вони можуть відтворювати експерименти, чи спостерігати за певними явищами [4]. Студенти архітектурних та дизайнерських спеціальностей можуть використовувати VR для створення віртуальних моделей будівель і проектів, для досліджень їх в реальному масштабі і подальшому удосконаленні. VR дозволяє студентам вивчати історичні події та культурні місця у віртуальних подорожах, докладно досліджувати музеї та археологічні розкопки.

За допомогою технології VR викладачі можуть створювати віртуальні середовища для навчання студентів робототехніки, що в свою чергу дозволяє взаємодіяти з різними типами роботів. Студенти можуть вивчати і тестувати різні моделі, програмувати їх і вирішувати завдання в реальному часі навіть на відстані, що робить процес навчання гнучкішим. Таке використання дає змогу студентам вирішувати питання доцільності використання роботів у небезпечних чи важкодоступних середовищах, як наприклад промислові майданчики, чи зони з певними видами забруднень. Студенти можуть створювати віртуальні прототипи роботів і випробовувати різні технічні рішення в безпечному для себе віртуальному середовищі.

Висновки. Ефективність використання гейміфікації відображається у підвищенні мотивації студентів до навчання, графічні ігри, симуляції та інші ігрові елементи допомагають покращити їхні навчальні результати, підвищити зацікавленість до певних дисциплін, урізноманітнити практичні заняття. Використання гейміфікації у вищій освіті ще не набуло максимально можливого об’єму. Існує потенціал для подальших досліджень та розробки нових методик і інструментів. Гейміфікація представляє собою метод покращення навчання, приклади її використання свідчать про високий потенціал цього підходу у забезпеченні більш предметного, ефективного та практичного навчання у вищих закладах освіти.

Перелік посилань

1. Alomari, I., Al-Samarraie, H., & Yousef, R. (2019). The role of gamification techniques in promoting student learning: A review and synthesis. Journal of Information Technology Education: Research, 18, 395–417.
2. Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. Educational Research Review, 30, 100322.
3. Ward, B.M.; Charissis, V.; Rowley, D.; Anderson, P.; Brady, L. An evaluation of prototype VR medical training environment:Applied surgical anatomy training for malignant breast disease. J. Stud. Health Technol. Inform. 2007,132, 500–505.
4. Falah, J.; Wedyan, M.; Alfalah, S.F.M.; Abu-Tarboush, M.; Al-Jakheem, A.; Al-Faraneh, M.; Abuhammad, A.; Charissis, V.Identifying the Characteristics of Virtual Reality Gamification for Complex Educational Topics. Multimodal Technol. Interact.2021,5, 53.

УДК: 616.379-008.64:004.62:614.2

ІЄРАРХІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ІНСТРУМЕНТ СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПРИКЛАДІ РЕГУЛЯЦІЇ ГЛІКЕМІЇ

Кіфоренко С.І., Лавренюк М.В.(skifor@ukr.net, mykolalav@ukr.net)
Міжнародий науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Україна)

За використання методології системного аналізу запропоновано технологію ієрархічного моделювання на прикладі системи регуляції глікемії, основу якої складає сукупність різних за складністю математичних моделей. Реалізована за принципом ієрархії технологія моделювання дозволяє розв’язувати задачі ідентифікації, прогнозування, вибору алгоритмів корекції патологічного стану системи регуляції глікемії з використанням методів математичної теорії

керування. Включення в єдиний технологічний цикл комплексу математичних моделей, які функціонують одночасно, розширює коло завдань і дозволяє проаналізувати на етапах теоретичних досліджень і доклінічних випробувань різні аспекти проблематики синтезу та оцінювання адекватності прогнозуючих моделей і ефективності алгоритмів керування, актуальних в діабетології.

Біологічні системи, предметом яких є вивчення структурно-функціональних особливостей живих об'єктів, безперечно, є системами надзвичайно складними, процеси функціонування в них не є сталими, вони постійно змінюються залежно від внутрішнього стану і від впливів, які надходять із зовнішнього середовища. Вивчення таких систем є також не простим процесом і, відповідно, вимагає адекватних підходів. Ефективним напрямом в дослідженні таких систем зарекомендував себе системний аналіз, який широко використовується у розв'язанні складнях багатофункціональних проблем. Саме системний аналіз став тим адекватним науковим напрямом, який сприяв вирішенню складних проблем, пов'язаних з багатофакторністю, неоднозначністю, невизначеністю об'єктів дослідження, притаманних біологічним систем.

З багатьох загальних принципів, що складають методологічну основу цього наукового напряму, *принцип ієрархічності* є основним відповідальним за структурну організацію досліджень.

Практика прикладного використання принципу ієрархічності залежить від специфіки досліджуваних проблем та пов'язаних з цим технологічних особливостей. Для дослідження об'єктів, вкладених у кожний рівень ієрархії, використовують методи відповідно до ступеню абстракції, адекватні досягненню мети конкретного дослідження.

Ефективність розв'язання технічних проблем може бути значно розширена і удосконалена за рахунок використання цифрових технологій, що базуються на здобутках і досягненнях штучного інтелекту, основу якого складає математичне моделювання, як одного з найважливіших цифрових компонентів сучасних інформаційних технологій. Саме в параметрах математичних моделей – штучної імітаційної інтелектуальної структури – закодовані знання, накопичені в результаті довготривалого спостереження за об'єктами реальної живої природи.

Метою розробки є – за використання методології системного аналізу розроблення технології імітаційно-структурного ієрархічного моделювання, як основи сучасних доклінічних досліджень та прогнозу динамічних процесів на прикладі фізіологічної системи регуляції глікемії в нормі і патології. В даний час відома велика кількість математичних моделей, присвячених дослідженню різних аспектів функціонування системи регуляції глікемії. Досліджено тенденцію становлення, розвитку та використання технології математичного моделювання для вирішення біомедичних задач діабетології в самих різних аспектах [1–9].

Основні компоненти середовища моделювання. Розроблена нами технологія ієрархічного моделювання передбачає використання трьох типів моделей різного рівня складності. Перший тип — моделі високого рівня складності — MAXMOD, це моделі найбільш наближені до сучасних уявлень про закономірності функціонування систем — використовуються для імітації *об'єкту* дослідження (віртуальний пацієнт). Другий тип — це більш прості моделі — MIDIMOD, за допомогою яких можливе використання теорії оптимальних процесів для синтезу алгоритмів керування, використовуються в якості моделей віртуального пацієнта і виконують функції прогнозування. Третій тип моделей знаходиться ще на більш низькому рівні складності MINIMOD — це моделі, за якими можливе одержання аналітичних розв'язань диференціальних рівнянь і які допускають обчислення керуючих впливів і функції прогнозу за розрахунковими формулами. Схематично технологію ієрархічного моделювання надано на рис. 1.

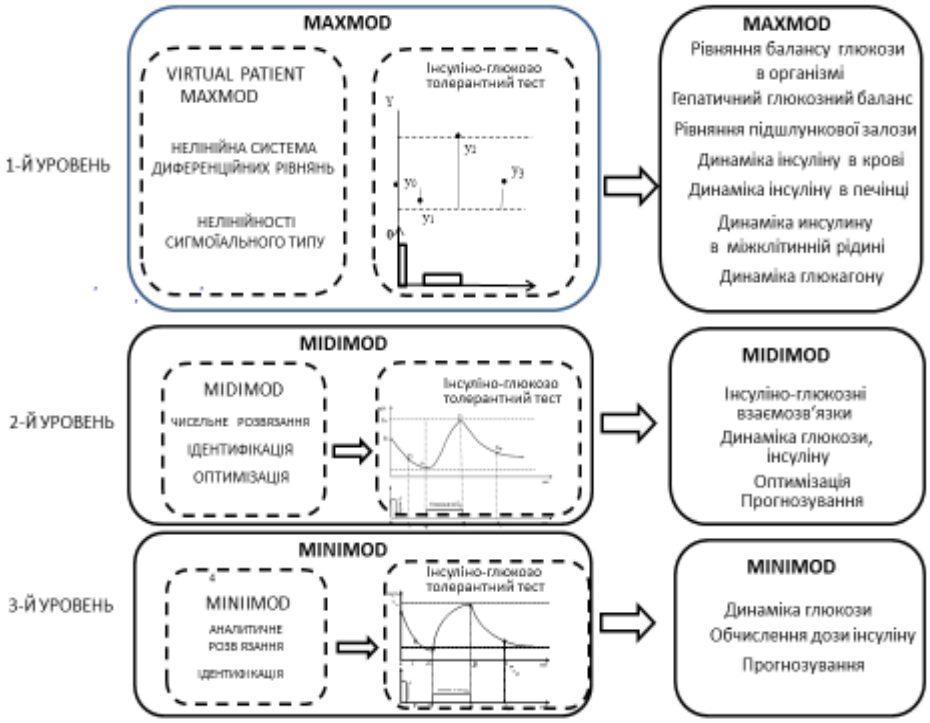


Рис. 1. Основні технологічні компоненти середовища ієрархічного моделювання

Запропоновану технологію реалізовано в середовищі програмування Matlab. Використання схеми ієрархічного моделювання надало можливість імітувати процес отримання вимірювань з усіма властивими для них атрибутами (дискретність, неточність, наявність непередбачених збурень), процедуру ідентифікації параметрів за одержаними спостереженнями, процедуру порівняння різних синтезованих алгоритмів, а також перевірку їх працездатності в широкому діапазоні зміни початкових умов і зовнішніх збурень.

Висновки. Використання принципів системного аналізу, які базуються на методах композиції-декомпозиції, для вивчення складних систем великої розмірності забезпечує впорядкування досліджуваної предметної сфери. Така ієрархічна організація дослідження знімає «Беллманівське прокляття розмірності», сприяє збереженню багатофакторності процесів, які відбуваються в складних живих організмах, шляхом врахування чіткої ієрархії структури відповідно до архітектоніки досліджуваних об'єктів.

Ієрархічна структура моделювальної системи є зручним допоміжним інструментарієм та основою для імітації розв'язання теоретичних і прикладних задач підтримки прийняття рішень при діагностиці та терапії діабету, що надає можливість на основі візуалізації динаміки процесу оцінити за допомогою розроблених алгоритмів якість керування, виявити зони ризику ще на доклінічному етапі і вибрати режим, який забезпечує прийнятне рішення поставлених завдань.

Ієрархічне моделювання, що використовує моделі різної складності в єдиному технологічному циклі, надає можливість в імітаційному дослідженні враховувати неточність результатів вимірювань, різний інтервал дискретності та неадекватність прогнозних моделей, що є важливим для конструювання технічних засобів керування, актуальних у діабетології

Список використаної літератури

1. Карпельев В.А., Филиппов Ю.И., Тарасов Ю. и др. Математическое моделирование системы регуляции гликемии у пациентов с сахарным диабетом. Вестник РАМН. 2015. Т. 70. №. 5. С. 549–570.

2. Гоменюк С.М., Емельянов А.О., Карпенко А.П. и др. Обзор методов и систем прогнозирования оптимальных доз инсулина для больных сахарным диабетом 1 типа. *Информационные технологии*. 2010. (3). С. 48–57.

3. Cobelli C., Dalla Man C., Sparacino G. et al. Diabetes: models, signals, and control. *IEEE reviews in biomedical engineering*. 2009. Т. 2. С. 54–96.
4. Palumbo P., Ditlevsen S., Bertuzzi A., De Gaetano A. Mathematical modeling of the glucose–insulin system: A review. *Mathematical biosciences*. 2013. Т. 244. №. 2. С. 69–81.
5. Нефедов В.П., Ясайтис А.А., Новосельцев В.Н. и др. Гомеостаз на различных уровнях организации биосистем. Новосибирск: Наука, 1991. 232 с.
6.Лапта С.И., Лапта С.С. Функционально-феноменологическая модель перорального глюкозо-толерантного теста. Проблемы бионики. 2000. № 52. С. 52–57.
7. Лапта С.С., Поспелов Л.А., Соловьева О.И. Компьютерная ранняя диагностика сахарного диабета методами математического моделирования. *Вестн. НТУ «ХПИ».* 2014. № 36 (1079). С. 55–61.
8. Сокол Е.И., Лапта С.С. Математическая модель регуляции углеводного обмена *Вестн. НТУ «ХПИ».* 2015. №33 (1142). С. 152–157.
9. Кіфоренко С.І. Ієрархічне моделювання — основа технології доклінічних випробувань алгоритмів керування рівнем глікемії. *Кібернетика та обчислювальна техніка.* Вип.187, №1, 2017. С.80–96.

УДК 338.004

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ В МАШИНОРЕМОНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: АСПЕКТИ І ВИКЛИКИ

Ковалевський С.В,, Ковалевська О.С., Сидюк Д.М**.** (kovalevskii61@gmail.com, olenakovalevskaya@gmail.com, sydiukdaria@gmail.com)
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)

В тезах наведено аспекти оцифровування бізнес-процесів та важливість збалансованості між компонентами виробничої системи. Підкреслено, що успішна цифрова трансформація вимагає комплексного впровадження цифрової системи. Зазначено, що багатоукладність може ускладнити реалізацію передчасного цифрового розвитку, тому важливо уникати непередбачених взаємодій та забезпечити баланс у впровадженні. Наголошено про необхідність ретельного аналізу ринкових пропозицій щодо цифрових рішень перед вибором компонентів майбутньої виробничої системи.

Постановка проблеми. У зв'язку зі стрімким розвитком технологій та постійними змінами ринкових умов, машиноремонтні підприємства потребують впровадження концепцій "Індустрія 4.0" та гнучкого виробництва для підвищення ефективності та якості роботи. Ця робота пропонує конкретний погляд на те, як інтеграція цифрових технологій може змінити машиноремонтне виробництво, надаючи практичні вказівки для досягнення високої продуктивності та стійкості в змінному ринковому середовищі.

У сучасних умовах технологічного розвитку та зростаючої конкуренції, машиноремонтні підприємства потребують постійного вдосконалення для досягнення конкурентоспроможності. Концепція "Індустрія 4.0" та гнучке виробництво можуть бути ключовими для забезпечення високої якості ремонтних робіт та ефективності.

Метою нашої роботи є дослідження впливу концепції "Індустрія 4.0" на машиноремонтне виробництво, з фокусом на гнучкому виробництві. Завдання включають: дослідження принципів "Індустрія 4.0" та їх застосування в машиноремонтному виробництві; вивчення впливу цифрових технологій на гнучке виробництво; ідентифікація перешкод та переваг впровадження цифрових інновацій у гнучкому виробництві; розроблення рекомендацій для ефективної стратегії впровадження "Індустрія 4.0" з фокусом на гнучкому виробництві; формулювання висновків та подальших перспектив розвитку цифро-орієнтованого машиноремонтного виробництва з використанням гнучких методів виробництва.

Концепція "Індустрія 4.0" представляє собою об'єднання передових інформаційних технологій та комунікаційних мереж з виробничим устаткуванням та засобами автоматизації [1,2].

Ця інтеграція сприяє організації, контролю та управлінню усім ланцюгом процесів створення вартості в життєвому циклі продукції, утворюючи синергію інформаційної та промислової сфер.

Дослідження вказують, що в Україні впровадження цифрових інновацій у промисловості стикається із значними викликами. Великі терміни окупності та високі ризики з інформаційної безпеки роблять відношення витрат до ефективності цифровізації не дуже вигідними. Крім того, складність вітчизняних підприємств обмежує розвиток цифровізації, оскільки структура виробництва в машиноремонтному виробництві майже не змінювалася за останні десятиліття.

Однією із ключових проблем є відсутність ефективної взаємодії між заготівельними та обробними виробництвами в машиноремонтному виробництві, а також низька модернізація використання металу, що суттєво відстає від світових стандартів. Це призводить до збереження застарілого обладнання у заготівельних виробництвах і негативно впливає на обробний переділ, збільшуючи витрати та знижуючи конкурентоспроможність.

Слід підкреслити, що виробничі переділи є ключовими у ланцюгу створення цінності на підприємстві, охоплюючи різноманітні процеси від проєктування до післяпродажного обслуговування. Розвиток цифрового обладнання та виробничих переділів вимагає технологічного аудиту та впровадження систем контролю для забезпечення оптимального використання ресурсів та підтримання високої продуктивності.

Україна також стикається з високою ресурсоємністю цифрових проектів, що вимагає специфічних планів та стратегій. Однак орієнтування на еволюційні методи автоматизації, впровадження систем "відчуття заліза" та комплексного контролінгу через мехатронізацію та онлайн-моніторинг виробництва може бути важливим кроком у цифровій трансформації.

Серед обмежень, важливою є збалансованість укладів виробництва в Україні, що впливає на автоматизацію виробничих процесів. Розвиток цифрових технологій вимагає вирішення цього питання для досягнення успіху в цифровій трансформації.

Розвиток та модернізація пов'язані з підвищенням рівня складності через використання інформаційних технологій та автоматизацію, що включає в себе зрощення технологічної бази з цифровими пристроями та новими матеріалами. Спільна готовність компонентів для цифрової трансформації стає важливим аспектом для досягнення синергії. Кожен компонент, від технічного до організаційного, потребує комплексного оцифрування."

Для успішного впровадження концепції "Індустрія 4.0" в машиноремонтному виробництві необхідно враховувати кілька важливих аспектів.

По-перше, цифрова трансформація повинна бути повноцінною та охоплювати всі аспекти бізнес-процесів підприємства. Це означає впровадження цифрових рішень не лише на технічному рівні, а й в інформаційній, організаційній, процесній, нормативній, управлінській та кадровій сферах.

Другий аспект полягає у збалансованому підході до впровадження цифрових технологій. Важливо враховувати всі компоненти виробничої системи та уникнути переваги одного аспекту над іншим. Це можливо шляхом цифрового перетворення всіх аспектів бізнес-процесів, які додають складність виробничій системі.

Третій аспект - аналіз передумов цифрового перетворення. Необхідно урахувати типи виробництва та організаційні особливості конкретного підприємства. Специфіка передільних укладів та їх відповідність процесам життєвого циклу продукції також грають важливу роль.

Четвертий аспект стосується цифрового дисбалансу. Важливо визначити необхідні мережі для досягнення балансу між різними складовими виробничої системи.

Нарешті, п'ятий аспект - врахування системності впровадження цифрових рішень. Це означає, що всі компоненти операційної діяльності підприємства повинні бути взаємопов'язані та узгоджені між собою.

Враховуючи ці аспекти, можна досягти успішної цифрової трансформації виробничої системи машиноремонтного виробництва. Однак слід пам'ятати про важливість комплексного та збалансованого підходу до цього процесу, а також про врахування всіх компонентів операційної діяльності підприємства.

Список використаної літератури

[1] L. Polat and A. Erkollar, "Industry 4.0 vs. Society 5.0," Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 333–345, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-62784-3_28.

[2] І.О. Тарасенко та Н.Г. Гавриленко, "Сучасні тенденції цифровізації економіки: проблеми та перспективи розвитку," Міжнародний науковий журнал "Інтернаука", т. 1, № 3(47), с. 36-46, 2021.

УДК 621.396

МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Іохов О. Ю., Стратійчук І. О. (iohov@ukr.net)
Національна академія Національної гвардії України (Україна)
Кот В. В. (gsvnr@ukr.net)
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” (Україна)

Ефективність контролю технічного стану складних систем є мірою доцільності їх використання, тобто мірою достовірності інформації, отриманої під час контролю. Необхідність розробки моделі ефективності контролю технічного стану складних систем обумовлено вимогою оцінки кінцевого результату їх подальшого використання в процесі експлуатації. Особливістю запропонованої моделі є обґрунтування узагальненого показника ефективності для оцінювання доцільності подальшого використання складної системи за призначенням за результатами контролю технічного стану.

На сьогодні складні технічні системи (в енергетиці, в промисловості, при організації перевезень різним транспортом тощо) мають значний вплив на економічний потенціал країни та життя населення. При цьому необхідно враховувати необхідність своєчасного та якісного проведення контролю технічного стану таких складних систем для запобігання їх передчасного виходу з ладу або аварій. З метою досягнення потрібного рівня функціональної готовності складних систем, забезпечення їх безаварійної експлуатації та ефективного застосування за призначенням потрібно своєчасно виявляти можливі відмови та якісно проводити роботи із відновлення їх технічно справного стану [1, 2].

У доповіді наведено результати аналізу виконання основних завдань контролю технічного стану складних систем [2, 3]:

організації технічно правильної (у тому числі економічно доцільної порівняно із витратами на обслуговування) експлуатації;

своєчасного проведення операцій із регулювання несправних зразків (для запобігання появи раптових відмов);

організації модернізації засобів контролю, особливо для нових (модернізованих), зразків.

Показано, що перше завдання при експлуатації складних систем переважно проводилось із порушеннями вимог керівних документів: не в повному обсязі; не в повному об’ємі; не у визначні терміни [4, 5].

Це є основною причиною виходу із ладу як складових, так і в цілому складних систем. Крім того, практично відсутня система контролю за технічним станом високотехнологічного обладнання складних систем на етапі експлуатації – лазерної та радіоелектронної апаратури, систем керування та автоматизації тощо [4]. Відсутність такої дієвої системи контролю технічного стану ставало причиною появи значної кількості несправних складових складних систем (наприклад, апаратури навігації та управління, зв’язку, інформаційних каналів передачі даних) при справній ходовій базі – двигунів, шасі.

У доповіді запропоновано для підвищення ефективності контролю технічного стану складних систем:

запровадити систему контролю технічного стану високотехнологічного обладнання зразків заводських бригад або спеціалізованих центрів (за договірними умовами);

обґрунтувати періодичність проведення контролю технічного стану високотехнологічного обладнання зразків за результатами аналізу даних щодо виходу його із ладу (виявлення несправності);

розробити універсальну мобільну контрольно-діагностичну апаратуру для контролю технічного стану високотехнологічного обладнання зразків для підвищення оперативності та достовірності виявлення можливих відмов.

Врахування наведених пропозицій дозволить підвищити оперативність і достовірність (тобто, ефективність у цілому) контролю технічного стану високотехнологічного обладнання складних систем і підвищити функціональну готовність підприємства за рахунок своєчасного виявлення відмов у обладнанні та проведення операцій з відновлення працездатності складових (елементів, блоків) складних систем.

Ефективність контролю технічного стану складних систем визначається також правильністю вибору складу параметрів і засобів контролю, глибиною, часом (оперативністю) проведення контролю, точністю вимірювання параметрів контролю та достовірністю визначення технічного стану.

У той же час ефективність контролю технічного стану складних систем є мірою доцільності його застосування, тобто мірою достовірності інформації, яка одержується при контролі. Тоді ефективність контролю технічного стану складних систем залежить від достовірності вимірювального контролю параметрів, оперативності та вартості його проведення.

Необхідність розробки моделі ефективності контролю технічного стану складних систем обумовлено вимогою оцінки кінцевого результату про подальше їх використання при експлуатації. Особливістю запропонованої моделі є обґрунтування узагальненого показника ефективності.

Розроблена модель дозволяє оцінити показники абсолютної ефективності, які, залежно від масштабів оцінюваного заходу, визначаються у вигляді відношення приросту доходу до капітальних вкладень, що викликало такий цей приріст, або приросту річного обсягу виготовлених засобів контролю до витрат на створення нових засобів контролю, що викликало такий приріст.

Узагальненим показником є показник порівняльної ефективності, який застосовується для обґрунтування та вибору найкращих варіантів розробки, впровадження та використання нових засобів контролю. Це дозволить не тільки підвищити ефективність контролю технічного стану складних систем, а й зменшити витрати на усунення несправності при експлуатації.

Список використаної літератури

[1]. *Dzhus V., Roshchupkin Y., Kukobko S. et al.* Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method, Information Processing Systems, 2021, Issue 4 (167), P.p. 19-26, DOI: https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02.

[2]. Herasymov S., Soroka V., Milevskyi S. *et al.* Development of a Method for Digital Synthesis of Electrical Signals with a Normalized Harmonic Coefficient, 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Turkiye, 2023, pp. 1-5, DOI: https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10156678.

[3]. *Герасимов С. В., Гаценко Л. В.* Моделювання генерації сигналів спеціальної форми для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання, Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції, 2022, Т. 2, С. 176.

[4]. *Herasimov S., Roshchupkin E.* Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems, Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку», 2022, С. 31-32.

[5]. *Бойко В. М., Ноженко О. М., Меркулов О. А.* Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на вироби озброєння та військової техніки, Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2021, 4(70), С. 95-104, DOI: https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14.

УДК 004.588

ІМОВІРНІСТЬ ОДНОЧАСНОЇ ПОЯВИ ТРЬОХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОДІЙ У СХЕМІ БЕРНУЛЛІ

Котереу Є. І. (yevhen.kotereu.kita@donntu.edu.ua)
Донецький національний технічний університет (Україна)

У тезах проаналізовано актуальність аналізу випадкових подій та ймовірностей. Розглянуто роль схеми Бернуллі у моделюванні процесів. Наведено приклад застосування методу градієнтного спуску для максимізації одночасної появи трьох подій у схемі Бернуллі.

Загальносвітовою тенденцією є вдосконалення та оптимізація процесів у всіх сферах життя. Зокрема, найбільш стрімко розвивається технологічна галузь, де розвиток новітніх підходів та технологій грає ключову роль у досягненні поставлених цілей. Однією з задач, що часто потребує рішення, є пошук максимальної ймовірності здійснення певної події або низки подій.

Для аналізу випадкових подій та ймовірностей застосовуються різні стохастичні моделі. Однією з найпоширеніших є схема Бернуллі, що моделює послідовність незалежних випробувань з два можливими результатами (успіх та невдача) [1].

Застосування дискретного розподілу ймовірності появи трьох подій при аналізі бітових послідовностей із застосування схеми Бернуллі відкриває нові можливості для якіснішого аналізу бінарних даних у багатьох областях, зокрема у телекомунікаціях та криптографії.

Аналіз випадкових послідовностей виконується на базі s-ланцюгів та (s+1)-ланцюгів. S-ланцюг, де $1 \le s \le n$, – довільна послідовність $\gamma_i, \gamma_{i+1}, \dots, \gamma_{i+s-1}, i = 1,2, \dots, n-s+1$, послідовності випадкових величин

$$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \quad (1)$$

де $\gamma_k, k = 1, 2, \dots, n$, приймає значення з деякої дискретної множини потужності N.

Запропонований у роботі [2] підхід, щодо встановлення явних сумісних розподілів числа 2-ланцюгів та числа 3-ланцюгів заданого виду, отримав розвиток у статті [3].

Позначимо число усіх s-ланцюгів у послідовності (1) як $\eta(t_1, t_2, \dots, t_s)$, де $t_i \in \{0,1\}, i = 1,2, \dots, s$.

У статті [3] було висунуто й доведено коректність співвідношень, за якими розраховується ймовірність одночасного виникнення трьох подій за схемою Бернуллі. З запропонованих рівностей для подальшого дослідження було обрано (2).

$$P\{\eta(tt) = k_1, \quad \eta(t_1 t t_1^*) = k_2, \quad \eta(t_1 t^* t_1^*) = k_3\} =$$
$$= \sum_{m_1=0}^{n} p^{m_1} q^{m_0} \{C_{m_t-k_1}^{k_2} C_{m_t-k_1}^{k_3} C_{m_{t^*}-m_t+k_1}^{k_3} Z(k_1; k_2) +$$
$$+ C_{m_t-k_1-1}^{k_2} C_{m_t-k_1-1}^{k_3} C_{m_{t^*}-m_t+k_1+1}^{k_3} C_{k_1}^{k_2}\}, \quad (2)$$

де $m_0 = n - m_1, t^* = 1 - t, Z(a; b)^{def} = \begin{cases} C_{a-1}^{b-1}, \text{ якщо } a \ge b \ge 1, \\ 1, \text{ якщо } a = b = 0, \\ 0 \text{ в інших випадках}; \end{cases}$

Для максимізації ймовірності появи трьох подій застосовується метод градієнтного спуску [4]. Розглянемо приклад. Довжина послідовності: $n = 5$. Бінарна послідовність: 01101. Для дослідження було обрано кількість входжень 2-ланцюгу виду 00 та 3-ланцюгів виду 100 та 110 у послідовність. У наведеному прикладі кількість входжень s та (s+1)-ланцюгів: $\eta(00) = k_1 = 0$, $\eta(100) = k_2 = 0$ та $\eta(110) = k_3 = 1$. Ймовірність одночасної появи цих ланцюгів складає 0,21875 при тому, що $p = q = 0{,}5$, де $p -$ ймовірність успіху, а $q -$ ймовірність невдачі. Для розрахунку оптимального значення параметра q, було розроблено прототип програми на мові Python із застосуванням можливостей бібліотеки SciPy. Тож, у результаті отримано максимальне значення $P\{\eta(tt) = k_1,\ \eta(t_1 t t_1^*) = k_2,\ \eta(t_1 t^* t_1^*) = k_3\} = 0{,}343551$, *а оптимальне значення* $q = 0{,}264911$.

На рисунку 1 показані результати розрахунків іншими методами, що представлені у функції minimize. Також представлено час виконання кожного з застосованих алгоритмів і наведено

точність розрахунків для методу умовної оптимізації в довірчій області. Виходячи з цього, можна припустити, що точність інших методів становить приблизно 0,00001.

```
k1: 0   k2: 0   k3: 1   p:0.5   q:0.5   P: 0.21875
Максимальна ймовірність методом градієнтного спуску: 0.343551
Оптимальне q: 0.264911
Кількість ітерацій: 4
Час виконання алгоритму: 0.005000 с.
Максимальна ймовірність симплекс-методом Nealder-Mead: 0.343551
Оптимальне q: 0.264941
Кількість ітерацій: 14
Час виконання алгоритму: 0.000999 с.
Максимальна ймовірність методом Powell: 0.343551
Оптимальне q: 0.264913
Кількість ітерацій: 2
Час виконання алгоритму: 0.002001 с.
Максимальна ймовірність методом споріднених градієнтівв CG: 0.343551
Оптимальне q: 0.264911
Кількість ітерацій: 1
Час виконання алгоритму: 0.001999 с.
Максимальна ймовірність методом BFGS (Бройдена-Флетчера-Голдфарба-Шанно): 0.343551
Оптимальне q: 0.264911
Кількість ітерацій: 5
Час виконання алгоритму: 0.001000 с.
Максимальна ймовірність методом L-BFGS-B: 0.343551
Оптимальне q: 0.264911
Кількість ітерацій: 4
Час виконання алгоритму: 0.002000 с.
Максимальна ймовірність усіченим методом Ньютона TNC: 0.343551
Оптимальне q: 0.264911
Кількість ітерацій: 4
Час виконання алгоритму: 0.002000 с.
Максимальна ймовірність послідовним методом найменших квадратів SLSQP: 0.343551
Оптимальне q: 0.264936
Кількість ітерацій: 5
Час виконання алгоритму: 0.001000 с.
Максимальна ймовірність методом умовної оптимізації в довірчій області trust-constr: 0.343551
Оптимальне q: 0.264922
Кількість ітерацій: 13
Час виконання алгоритму: 0.032035 с.
Точність розрахунків: 0.000032
```

Рисунок 1 – Результати розрахунків іншими методами

Результатами роботи є прототип програми для розрахунку значення параметра q, при якому досягається максимальна ймовірність виникнення одночасної появи трьох подій за схемою Бернуллі. Наведено час виконання кожного із застосованих алгоритмів. Також наведена точність розрахунків для методу умовної оптимізації в довірчій області.

Список використаної літератури

[1] Донченко В. С., Сидоров М. В.-С. Теорія ймовірностей та математична статистика для соціальних наук: навч. посібник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015.

[2] Масол В. И. О распределении некоторых статистик (0, 1)-вектора. Исследование операций и АСУ. 1987. Вып. 29.

[3] Масол В. И., Поперешняк С. В. Проверка случайности расположения битов в локальных участках (0, 1)-последовательности. Кибернетика и системный анализ. 2020. Т. 56. №3.

[4] Теслюк В.М. Градієнтні методи розв'язання оптимізаційних задач: Ч.3. Конспект лекцій з курсу "Методи синтезу та оптимізації" для студентів базового напрямку "Комп'ютерні науки". – Львів: Самвидав кафедри САП Національного університету "Львівська політехніка". 2013.

УДК 004.056.55

SIMULATION OF A CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL FOR AGREEMENT A SHARED SECRET KEY-PERMUTATION OF SIGNIFICANT DIMENSION WITH ITS ISOMORPHIC REPRESENTATIONS

Krasilenko V. G., Kiporenko S. S., Chikov I. A., Nikitovych D. V. (krasvg@i.ua, kiporenko@vsau.vin.ua, ilya95chikov@gmail.com, diananikitovych@gmail.com)
Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia National Technical University (Ukraine)

Abstract

A protocol for agreement by user parties of secret keys-permutations of significant dimension and their new isomorphic matrix representations is proposed. Features and advantages of such representations are considered. The need to create such secret permutation keys to improve the

cryptographic stability of matrix affine-permutation ciphers and other cryptosystems of the new matrix type is well-founded. The results of modeling the basic procedures of the proposed key agreement protocol in the form of an isomorphic permutation of a significant dimension, namely the processes of generating permutation matrices and their degrees, are given. Model experiments of the protocol as a whole, including accelerated methods of raising permutations to significant degrees, were performed. Such methods use sets of fixed permutation matrices, which are degrees of the underlying permutation matrix, and all these matrices are given in their isomorphic representations. The values of the fixed exponents correspond to the corresponding weights of the digits of the binary or other code representations of the selected random numbers. The results of simulation modeling demonstrated the adequacy and advantages of isomorphic representations of the processes of functioning of matrix-algebraic models of cryptographic transformations and the proposed secret key-permutation agreement protocol.

Keywords

matrix-algebraic model, matrix representations, isomorphic permutation key, cryptogram, cryptographic transformations, affine-permutation cipher, protocol, matrix-type cryptosystem.

1. Introduction, overview and analysis of publications

Introduction. Generalization of known cryptosystems [1-3], with scalar-type data formats to the cases of matrix-tensor formats, emergence and research of a new class of matrix-type cryptosystems (MTC) [4-7], based on their matrix-algebraic models (MAM) of cryptographic transformations (CT) 2D (3D) - arrays, images (Is), which have a number of significant advantages, contributed to the intensification of MTC, MAM research and the demonstration of a number of new improvements and applications [7-12], MAMs in their hardware implementations are more easily displayed on matrix processors, have extended functionality, improved crypto-resistance, allow checking the integrity of cryptograms of black and white, color images [8], and the presence of distortions in them [7], create block ones [9], parametric [9], multi-page [10] models with their significant stability [11]. Secret key generation protocols for such ciphers were partially considered in works [13-15], including in works [14], [15] some matrix modifications of known key agreement protocols were proposed. Generalized MAM, matrix affine and affine-permutation ciphers (MAPCs), their modifications were studied and used in the creation of blind and other improved digital signatures in [11]. For CT in matrix models of permutations (MM_P), with their basic procedures of matrix multiplication and some other element-by-element modulo operations on matrices, byte matrices formed from rows, columns, vectors, which in unitary or other codes display symbols, codes, bytes, must be multiplied by the permutation matrix (PM). Procedures for rearranging bits, bytes or their groups are the most common and mandatory for almost all known and newly created algorithms and ciphers. To increase the entropy of cryptograms images with their CT based on MM_P and change their histograms, the decomposition of R, G, B components and their bit slices and several matrix keys (MKs) of the PM type are necessary [6], [7], [10]. A number of such pseudo-random (current, step-by-step, frame-by-frame) MKs, which would meet the requirements and be quickly generated, is also needed for masking, CT of video files or stream of blocks from files, images with their significant sizes.

Formulation of the problem. Thus, there is a need for the MAM to form a number of MKs of the PM-type that would satisfy a number of requirements from the main MK. Since the issue of matching the main MK (MMK) of a general type, but not the sequence of PMs, was considered in [14], [15], and the methods of generating a stream of MKs-permutations from the main MK were partially considered in [16], but only for bit MPs of small sizes (256*256), then the purpose of the work is to propose and investigate a protocol for the coordination of a secret (main) MK in the form of an PM of significant dimensions, i.e., an main PM (MPM), to improve and adapt the type and structure of a MPM of such or even greater dimensions to the images format and to fast hardware solutions, to model this protocol and the process of formation flow of PMs from such a MPM for MAM CT in MT systems. In addition, the above review and analysis of publications allows to determine another important task, namely the need to develop and model such MAM CTs, which would be best suited for implementation based on vector-matrix multipliers (VMMs), as well as to determine the characteristics and indicators of such models and implementations.

2. Presentation of the main material and research results

An overview of MT ciphers, especially multifunctional parametric block ciphers [9], their analysis shows that it is advisable to use isomorphism of various representations of permutations (matrices or vectors) that act as a master key (MK) and block or step-by-step, round MKs to achieve the goal of PM-type, i.e. sub-keys (SKs), which are matrices of permutations of P (its powers!) or vectors isomorphic to them. It is known from the works [7], [9-11] that with CT based on the basis of matrix affine-permutation ciphers (MAPCs) and vector affine-permutation ciphers (VAPCs), cryptograms for some types of text-graphic documents (TGD) and images (I), especially for block-based MAMs, when using one personal computer (PC) for all blocks are insufficient in terms of stability, however, a number of PCs created from MPM solve this problem. And that is why the aspect of coordinating the secret MPM of the PM-type with a significant dimension is important. Let's consider the situation when for M blocks with a length of 256*256 bytes, presented in the form of a matrix of a black and white image, it is necessary to rearrange all bytes in accordance with PM. In this case, PM in the generally accepted form should be square with N*N elements ("0" or "1"), where $N=2^{16}=65536$. The power of the set of possible such PMs, i.e. their number, is estimated as N!=65536!, which gives colossal values for this N. But each byte address of the block can be represented by two bytes indicating two coordinates (row and column) of the block. This gives us the opportunity to represent any permutation with two blocks (256*256 elements) of bytes, setting in each identical address of these blocks the corresponding senior byte (in the first block) and junior byte (in the second block) coordinates of the new address of the byte selected for permutation. The view of the software module in Mathcad for generating the basic (main) MK (PM) and the view of its components KeyA and KeyB in the format of two images is shown in report. Therefore, any PM can be uniquely represented by two matrices of size 256*256, the elements of which take values from the range 0-255, with the peculiarity that each of their 256 gradations of intensity in each of these two matrices (images) is repeated exactly 256 times. The histograms of KeyA and KeyB PM components have the form of horizontal lines. We note that such an isomorphic representation of the PM in the form of two images gives us the opportunity to use these components KeyA and KeyB as two secret MCs of a general type, for example, as additive and multiplicative keys in the MAPCs. This is evidenced by the simulation results of the CT image (Im) using in MAPC the proposed PM and its components, as keys, shown with the matrices of explicit image (Im), intermediates, its cryptograms (Cmap) and verifiable images [16]. And the histograms of the explicit image, its cryptograms after each CT with the affine components of this PM, induced in [16], will be shown in the report. These experiments confirmed that CT with the existing 2 components of the PM give high-quality cryptograms CD-ImAa and CD-ImAm, whose histograms H-Cda and H-CDm are so close to the uniform distribution law that even for image (Im) with an entropy of 0.738, the entropy of cryptograms differs from the theoretical maximum (8 bits) by just a fraction of a percent, going all the way up to 7.99. The simulation results of the multi-step MAPC [15] for different cases, when the components of affine transformations are first performed in a different sequence and with different MK from the PM, and then permutation using the PM also proved similar qualitative CTs, when applying the proposed representations of the PM. But for all modifications of the MAM with such PMs, the power of the set of which is estimated by a significant value N! = (256*256)!, the issue of agreeing session secret MPM is paramount. Let's consider the essence of the protocol of agreement of the MPM by the parties. Let there be sides: x (Alisa) and y (Bob). Let's assume that one PM is known from the set of admissible components in the form of KeyA and KeyB, shown in images. In addition, there is always a PM of reverse permutation, which for the selected representation has the form of 2 KeyAO and KeyBO. Each of the parties in the 1 step isomorphically elevates the MPM to their chosen secret degree (we have 11 and 17 for example!), sends a new PM to the other party, and in the 2 step, the party receives the new PMs similarly elevate them to the same random secret degrees. Here is an analogy with the Diffie-Hellman protocol. In report show Mathcad program modules, displaying the procedure of iterative permutations of the initial MPM, isomorphic to the elevation of the PM to the required power (11!) by side z (Alisa). Using similar modules, the other side also isomorphically calculates the PM, as initial MPM to required power (17!) by side y (Bob). New PMs received by the parties after the first step (each in the form of two of its components) are sent to the other party. The participants in the session, obtained by exchanging matrices, subject the parties to permutations of their elements chosen by the parties. In an isomorphic representation, this is equivalent to raising the permutation matrix to the appropriate power. After the second step the parties receive identical new PMs, i.e. essentially one secret PM. The modeling results of these two steps of the secret MK agreement protocol in Mathcad in form of intermediate

exchange and resulting secret MPMs in an isomorphic image representation will be presented. The parties do not know the degrees of the other party, but the MPs they received are identical, which is confirmed by simulation results. Thus, exponentiation of MPM (N*N bit matrices, where $N=2^{16}$!) is equivalently replaced by fast permutations, which, moreover, can be even more accelerated for significant powers by using some basic set of fixed degrees of MPM and their specific sequence, which provides significant advantages by accelerating the calculation of MPM degrees, simplifying possible implementations. In accordance with the MP protocol, values of significant dimensions must be multiplied many times, that is, raised to a power. And the degrees to which the parties raise these isomorphically presented MPs must be significant enough to ensure the necessary crypto-resistance against random attacks. Therefore, taking into account the necessity and expediency of using the above-mentioned accelerated methods of raising matrices to a power, we show an adequate isomorphic transformation of this procedure into some sequence of fixed permutations. Depending on the code in which the value of the degree is given, appropriate permutations are selected from the formed set of fixed MPs, the degrees of which correspond to the corresponding weights of the digits of the binary code. The results of these simulations, the corresponding formulas, procedures, key fragments will be given in the report. A comparison of the elements of the obtained matrices confirmed their complete correspondence and equality. The results obtained by modeling confirm the correctness of the protocol. Although the initial MPM is known to both parties, the protocol allows without knowledge of the secret degrees being chosen sides, form a secret key, PM in a similar isomorphic form in a time proportional to the number fixed permutations. In addition, stability analysis taking into account the power of the set formed by this the protocol of the relevant PM of significant dimensions showed the impossibility of carrying out attacks as a result of a huge set of possible MPs, which is estimated by the value (2^{16})!

3. Conclusions

A protocol for agreeing a secret key in the form of isomorphic representations of PMs of significant dimensions was proposed, model experiments were performed that confirmed the adequacy of the functioning of the models and the proposed protocol and methods of PM generation, their advantages. The models are simple, convenient, adaptable for various format and color images, implemented by matrix processors, have high efficiency, stability, and speed.

4. References

[1] Горбенко І.Д., Горбенко Ю.І. Прикладна криптологія. Теорія. Практика. Застосування. Монографія І.Д. Горбенко. – Харків: Форт, 2012. – 878 с.

[2] Ємець В. Сучасна криптографія: Основні поняття / В. Ємець, А. Мельник, Р. Попович. – Львів: БаК, 2003. – 144 с.: іл.

[3] Digital masking using Mersenne matrices and its special images / A. Vostricov, M. Sergeev, N. Balonin, S. Chernyshev // Procedia Computer Science. 2017. Vol. 112. P. 1151-1159.

[4] Krasilenko V.G., Grabovlyak S.K. Matrix affine and permutation ciphers for encryption and decryption of images. Systems of information processing. - Kh., 2012. - Vol. 3 (101). - P. 53-62.

[5] X. Wu et al., “Secure reversible data hiding in encrypted images based on adaptive prediction-error labeling,” Signal Process. 188, 108200 (2021).

[6] Krasilenko V.G., Dubchak V.M. Cryptographic transformations of images based on matrix models of permutations with matrix-bit-map decomposition and their modeling. Bulletin of Khm. National University. Technical sciences. - 2014. - No. 1. - pp. 74-79.

[7] Krasilenko V.G., Nikitovich D.V. Modeling and research of cryptographic transformations of images based on their matrix-bit-map decomposition and matrix models of permutations with verification of integrity. Electronics and Information Technologies. - Lviv: National University, 2016. - Vo. 6. – pp. 111-127.

[8] Красиленко, В.Г., Огородник К.В., Флавицька Ю.А. Моделювання матричних афінних алгоритмів для шифрування кольорових зображень. Комп’ютерні технології: наука і освіта: тези доповідей V Всеукр. НПК– К., 2010. – С.120-124.

[9] Krasilenko V.G., Lazarev A.A, Nikitovich D.V. The Block Parametric Matrix Affine-Permutation Ciphers (BP_MAPCs) with Isomorphic Representations and their Research. Actual problems of information systems and technologies. 2020. P. 270-282.

[10] Krasilenko V.G., Lazarev A.A, Nikitovich D.V. Matrix Models of Cryptographic Transformations of Video Images Transmitted from Aerial-Mobile Robotic Systems. In Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems. Hershey, PA: IGI Global, 2020. P. 170-214.

[11] Красиленко В.Г., Нікітович Д.В., Яцковська Р.О., Яцковський В.І. Моделювання покращених багатокрокових 2D RSA алгоритмів для криптографічних перетворень та сліпого електронного цифрового підпису. Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС імені Івана Кожедуба, 2019. – Вип. 1 (156). – С. 92-100.

[12] Лужецький В. Методи шифрування на основі перестановки блоків змінної довжини / В. Лужецький, І. Горбенко //Захист інформації. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 169-175.

[13] Квєтний Р.Н., Титарчук Є.О., Гуржій А.А. Метод та алгоритм обміну ключами серед груп користувачів на основі асиметричних шифрів ЕССта RSA. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2016. – № 3. – С. 38-43.

[14] Красиленко В.Г., Нікітович Д.В. Моделювання протоколів узгодження секретного матричного ключа для криптографічних перетворень та систем матричного типу. Системи обробки інформації. – 2017. – Вип. 3 (149). – С 151-157.

[15] Красиленко В.Г., Нікітович Д.В. Моделювання багатокрокових та багатоступеневих протоколів узгодження секретних матричних ключів. Комп`ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – Вип. 26. – С 111-120.

[16] Krasilenko V.G., Nikitovich D.V. Modeling of methods for generating flows of matrix permutations of significant dimension for cryptographic transformations of images. Abstracts of the II All-Ukrainian STC Computer Technologies: Innovations, Problems, Solutions. - Zhytomyr: Zhytomyr Polytechnic, 2019. - P. 67-77.

УДК 004.942

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОРІННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОСТІ ПРОЦЕСІВ

Кривченко Ю.В., Кривченко А.А.
(yuriikryvchenko@otfk.ukr.education, Nastya.otk.2014@gmail.com)
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ" (Україна)

Пропонується розглядати математичні моделі горіння і вибухових процесів, зокрема автотурбулізацію полум'я, через еволюцію динамічної системи у фазовому просторі збурень. Розглянуто вплив на горіння таких важливих стабілізуючих факторів, як в'язкості стисливості середовища, збурення тиску і складових швидкості полум'я. Проведено комп'ютерне моделювання горіння з урахуванням нелінійності процесів методом тривимірних перетинів Пуанкаре та визначено параметри відповідних атракторів.

Побудова математичних моделей вибухових процесів і потенційно вибухонебезпечних об'єктів вимагає, в першу чергу, провести аналіз переходу повільного горіння у розвинену дефлаграцію і детонацію, виділивши таким чином проблему вибухобезпеки з більш загальної проблеми пожежної безпеки [1].

Нескінченно мале зміщення є полум'я вздовж осі О*х* є причиною збуреного стану всієї течії середовища (рис. 1).

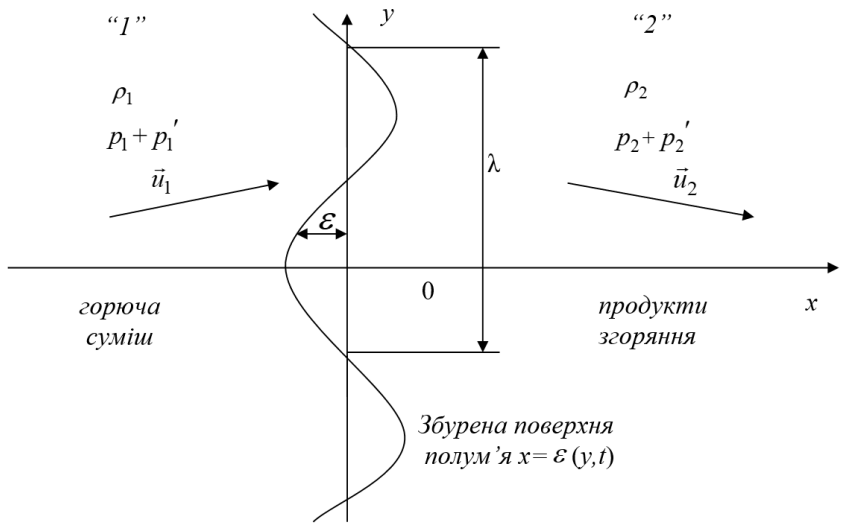


Рисунок 1. Нестаціонарний потік середовища через збурену поверхню полум'я

Завдяки тому, що будь-яке лінеарізоване збурення можна по координаті *y* представити рядом (або інтегралом) Фур'є, тобто отримати накладенням елементарних хвиль типу *exp(ihy),* – достатньо досліджувати тільки такі рішення для довільного хвильового числа *h> 0*, де

$$h = 2\pi / \lambda , \qquad (1)$$

де $\lambda > 0$ – довжина хвилі збурення.

У результаті лінеаризації рівнянь гідродинаміки ідеального середовища біля стаціонарного (основного) рішення при нескінченно малих збурення тиску p_j' і складових швидкості u'_{jx}, u'_{jy} для областей вихідної суміші j = 1 і продуктів згоряння j = 2 отримано (2).

Аналіз системи (2) тягне за собою висновок про абсолютну нестійкість розривної схеми нормального горіння (абсолютна нестійкість означає нестійкість по відношенню до нескінченно малих збурень з довільною довжиною хвилі λ). Ця нестійкість, у свою чергу, є причиною автотурбулізації і прискорення полум'я.

$$\begin{cases} \dfrac{u'_{1x}}{u_1} = -\dfrac{1}{z+1} A_{11} \exp(hx + ihy - i\omega t) \\ \dfrac{u'_{1y}}{u_1} = -\dfrac{1}{z+1} A_{11} \exp(hx + ihy - i\omega t) \\ \dfrac{p_1'}{\rho_1 u_1^{\,2}} = A_{11} \exp(hx + ihy - i\omega t) \end{cases} \qquad (2)$$

Для розвитку результатів, отриманих у роботах [2,3], проведено комп'ютерне моделювання горіння з урахуванням нелінійності процесів методом тривимірних перетинів Пуанкаре.

Прояв автотурбулізації полум'я на чотирьох масштабних рівнях описується в моделі як еволюція динамічної системи у фазовому просторі збурень та визначається системою рівнянь (3).

$$\Phi(x, y, z, w) = \begin{cases} x_{n+1} = x_n - k_{xy} p x_n^{\,2} + k_{yx} q y_n^{\,2} + x_{in} \\ y_{n+1} = y_n + k_{xy} p x_n^{\,2} - \left(k_{yx} + k_{yz}\right) q y_n^{\,2} + k_{zy} r z_n^{\,2} \\ z_{n+1} = z_n + k_{yz} q y_n^{\,2} - \left(k_{zy} + k_{zw}\right) r z_n^{\,2} + k_{wz} s w_n^{\,2} \\ w_{n+1} = w_n + k_{zw} r z_n^{\,2} - \left(k_{wz} + k_{out}\right) s w_n^{\,2} \end{cases} \qquad (3)$$

де x, y, z і w – динамічні змінні, що характеризують збурення підсистем, а k_{ij} , x_{in} , p, q, r та s – розподільні коефіцієнти, що визначають в'язкість середовища, тиск і складові швидкості полум'я. Рішення системи у вигляді 4D-атракторів отримано чисельно. Очевидно, що еволюція такої динамічної системи в залежності від значень розподільних коефіцієнтів описується атракторами різних типів.

Класифікація чотиривимірних атракторів у комп'ютерній реалізації моделі проводиться візуально за їх 3D-слідами, отриманими методом тривимірних перетинів [4].

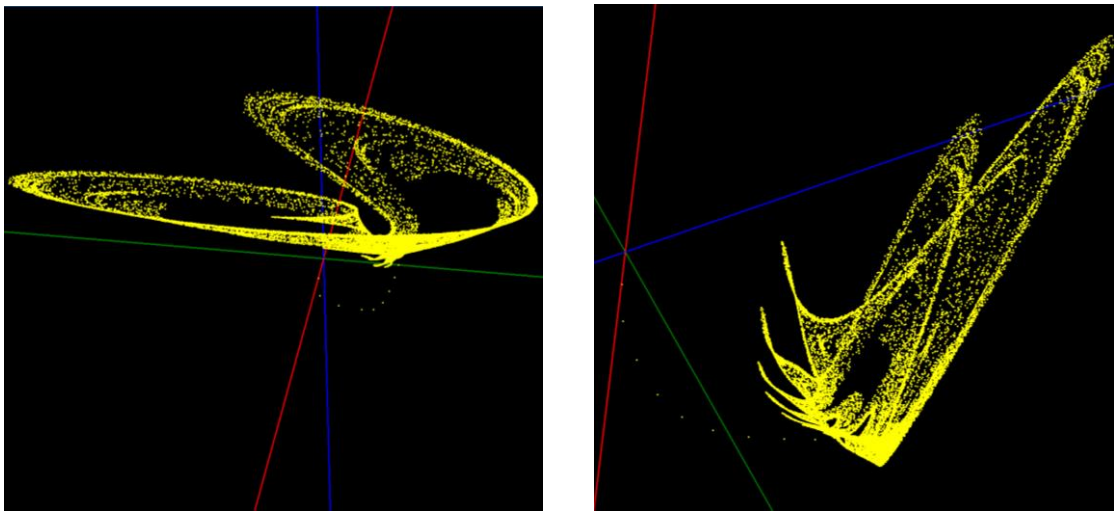


Рисунок 2. Зображення в тривимірних перетинах Пуанкаре вздовж просторових осей w, x, y, z чотиривимірного фазового простору при початкових параметрах:

k_{xy} = 0.9;	p = 0.6;	x = 0.025;
k_{yx} = 1.2;	q = 0.4;	y = 0.025;
k_{yz} = 0.95;	r = 0.25;	z = 0.025;
k_{zy} = 0.15;	s = 0.9;	w = 0.025;
k_{zw} = 0.001;	x_{in} = 0.35;	N_{points} = 5000.
k_{wz} = 0.1;	k_{out} = 0.8;	

Класичний метод перетину траєкторії площиною в тривимірному фазовому просторі [5], значно спрощує вивчення еволюції динамічних систем. Причин декілька: по-перше, перетин Пуанкаре замінює дослідження еволюції тривимірного потоку з (квазі)безперервним часом вивчення відображення на площині з дискретним часом; по-друге, різко знижується кількість даних, які потрібно обробити, оскільки «майже всіма точками траєкторії можна знехтувати» [5]. І третє, що особливо важливо для досліджуваної моделі, – при використанні методу перетину утворюються об'єкти, що мають розмірність на одиницю меншу, ніж у вихідних атракторів [4,6].

Якщо розглядати тривимірні сліди атракторів, що одержуються в перетинах, як узагальнені фігури Лісажу, то відкривається можливість визначати характер і низку особливостей квазіколивальних процесів, а також класифікувати їх породжувальні чотиривимірні атрактори (рис. 2), що дозволяє моделювати горіння з урахуванням нелінійності процесів та автотурбулізації полум'я. При виникненні хаотичного режиму атрактора в обмеженій фазовій області простору збурень фрактальна розмірність зображення в перерізі Пуанкаре паралельної осі w склала 2.37, кореляційна розмірність склала 2.55. Фрактальна розмірність 4D-атрактора склала 3.47, кореляційна розмірність склала 3.49.

За результатами проведеного моделювання можна зробити наступні висновки:

1. Абсолютна нестійкість ламінарного плоского полум'я може служити лише якісним поясненням спостережуваних явищ автотурбулізації полум'я і переходу нормального горіння у розвинену дефлаграцію і детонацію.

2. Кількісні оцінки структури полум'я і часу переходу нормального горіння у вибуховий процес вимагають обліку ряду факторів – у першу чергу, в'язкості і стисливості середовища.

3. Невраховані чинники можуть надавати стабілізуючий вплив на полум'я, що, у свою чергу, може істотно уповільнити або навіть запобігти турбулізації процесу горіння і його переходу до розвиненої дефлаграції і детонації.

Розвинені вище математичні моделі є шляхом для створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) для (оптимального) керування процесом спалювання [1].

Список використаної літератури

1. Volkov V. Transition of combustion to explosion and decision support systems for explosion protection / V. Volkov, Y. Kryvchenko // Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making, Advances in Intelligent Systems and Computing, volume 1246, Springer, Cham. 2021, pp. 437-447. doi: 10.1007/978-3-030-54215-3.
2. Volkov V. Mathematical and information modeling of grain elevators as potentially explosive objects / V. Volkov, Yu. Kryvchenko, N. Novikova // CEUR Workshop Proceedings. – Volume 3126, 2021. – P. 279-284.
3. Aslanov S. The integral method of studying the hydrodynamic stability of laminar flame / S. Aslanov, V. Volkov // Combustion, Explosion and Shock Waves, volume 27, 1991, pp.553-558. doi:10.1007/BF00784941.
4. Herega A. Three-dimensional Poincare cross-sections in the model of oscillatory interaction of different-scaled structures in solids. / A. Herega, Yu. Kryvchenko // Proc. of 3rd Int. Conf. «Topological methods in dynamics and related topics. Shilnikov workshop», 2019. – P. 26-27.
5. Poincare H. Les Methodes Nouvelles de la Mecanique Celeste. Nabu Press, 2010. 398 p.
6. Кривченко Ю. В. Комп'ютерна реалізація атракторних систем у багатовимірних фазових просторах / Ю. В. Кривченко, А. А. Кривченко // Збірник доповідей XII міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та автоматизація – 2019». – 2019. – Т. 1. – С. 49-50.

УДК 621.396

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Іохов О. Ю., Манько А. В. (iohov@ukr.net)
Національна академія Національної гвардії України (Україна)
Кухтін М. О. (gsvnr@ukr.net)
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" (Україна)

Обґрунтовано вплив точності оцінювання коефіцієнта готовності засобів вимірювання на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. З метою підвищення ефективності контролю технічного стану зразків складних систем запропоновано оцінювати якість (надійність, точність) оцінки коефіцієнта готовності засобів вимірювання. Для побудови моделі запропоновано використовувати імовірнісно-статистичний метод, змістом якого є оцінка ефективності контролю за технічним станом зразків складних систем під час експлуатації.

За результатами проведеного аналізу контрольно-діагностичних робіт при контролі технічного стану зразків складних систем виділено наступні недоліки [1, 2]:

розробники (виробники) складних систем створюють, як правило, контрольно-діагностичні засоби для контролю технічного стану зразків власного виробництва, універсальні системи моніторингу для зразків інших моделей не розробляються;

контроль (моніторинг) технічного стану зразків складних систем із залученням спеціалізованих контрольно-діагностичних стендів (комплексів) здійснюється як правило на підприємствах або спеціалізованих центрах.

У доповіді запропоновано модель оцінювання достовірності контролю технічного стану зразків складних систем із застосуванням методів імовірнісно-статистичного та спектрального аналізу [3]. Для цього використано набір сигналів завідомо справних зразків (еталонні сигнали) та сигнали вібродіагностування та складові спектру вібросигналів зразків, які тестуються (контролюються). Особливістю моделі є розроблений метод оцінювання спектральної щільності потужності при спектральному аналізі випадкових сигналів, які пропонується використовувати при контролі технічного стану рухомих елементів зразків складних систем (двигунів, ходової частини тощо) [4, 5].

Наведено результати імовірнісно-статистичного аналізу відомих методів спектрального аналізу, які запропоновано об’єднати у наступні чотири взаємопов'язані групи:

метод часового усереднення квадрата фільтрованої реалізації випадкового вимірювального сигналу (*“*фільтровий метод*”*);

метод усіченого перетворення Фур'є оцінки кореляційної функції реалізації випадкового вимірювального сигналу;

метод усереднення коефіцієнтів Фур'є реалізації випадкового вимірювального сигналу за частотами;

метод часового усереднення квадратів коефіцієнтів Фур'є реалізації випадкового вимірювального сигналу.

Запропоновано метод оптимізації функції спектрального вікна (спектральної або частотної характеристики) вузько-смугового фільтра для спектрального аналізу випадкових вимірювальних сигналів за середньоквадратичним критерієм, тобто мінімуму середньоквадратичної похибки апроксимації ідеальної (прямокутної) функції фільтру. Наведено отримані вихідні співвідношення для імпульсної перехідної характеристики фільтру при використанні методу множення оцінювання характеристик спектральної щільності потужності у вимірювальному сигналі.

Показано, що для методу безпосередньої фільтрації оцінювання характеристик спектральної щільності потужності оптимальна імпульсна характеристика в загальному вигляді не може бути отримана при використанні відносно простих вимірювальних приладів (засобів спектрального аналізу із функцією накопичення та обробки результатів вимірювання). Тому розроблено метод оптимізації функції спектрального вікна вузько-смугових фільтрів для спектрального аналізу випадкових сигналів за розрахунками мінімумів впливу бічних пелюсток функції спектрального вікна на похибку оцінювання характеристик спектральної щільності потужності.

Обґрунтовано вплив точності оцінки коефіцієнту готовності засобів спектрального аналізу на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. Це дозволило сформувати пропозиції щодо підвищення коефіцієнту готовності достовірності контролю технічного стану зразків складних систем. Для підвищення ефективності контролю технічного стану зразків складних систем пропонується оцінювати якість (достовірність, точність) оцінки коефіцієнту готовності засобів вимірювання (вимірювальних приладів). При цьому рішення завдання оцінювання технічного стану зразків складних систем експериментальними і статистичними методами у силу часових обмежень є надто складним. Тому оцінювання коефіцієнту готовності засобів вимірювання як для існуючих, так і для перспективних зразків, пропонується здійснити за допомогою математичного моделювання процесів вимірювального контролю зразків складних систем при використанні засобів спектрального аналізу, які застосовуються при контролі.

Запропонована модель вимірювального контролю технічного стану зразків складних систем дозволяє також оцінювати коефіцієнт готовності засобів вимірювання (вимірювальних приладів) і розраховувати його вплив на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. Для побудови моделі пропонується використати імовірнісно-статистичний метод, зміст якого полягає у оцінюванні ефективності контролю технічного стану зразків складних систем при експлуатації.

Список використаної літератури

[1]. *Dzhus V., Roshchupkin Y., Kukobko S. et al.* Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method, Information Processing Systems, 2021, Issue 4 (167), P.p. 19-26, DOI: https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02.

[2]. Herasymov S., Soroka V., Milevskyi S. *et al.* Development of a Method for Digital Synthesis of Electrical Signals with a Normalized Harmonic Coefficient, 5th International Congress on Human-

Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Turkiye, 2023, pp. 1-5, DOI: https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10156678.

[3]. *Герасимов С. В., Гаценко Л. В.* Моделювання генерації сигналів спеціальної форми для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання, Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції, 2022, Т. 2, С. 176.

[4]. *Herasimov S., Roshchupkin E.* Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems, Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку», 2022, С. 31-32.

[5]. *Бойко В. М., Ноженко О. М., Меркулов О. А.* Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на вироби озброєння та військової техніки, Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2021, 4(70), С. 95-104, DOI: https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14.

UDC 004.023

CONSTRUCTING AN ATTRACTIVE ROUTE BY SOLVING THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM

I.Mazurok (igor@mazurok.com), K.Veremiov (veremiov@stud.onu.edu.ua)
Odessa Mechnikov National University (Ukraine)

This article discusses the problem of automatically constructing tourist routes by solving the traveling salesman problem. The model is built by representing the streets and intersections of the city in the form of a graph. City points of interest are considered as attractions on the route. Data obtained from Open Street Map.

Key words: graph theory, OSMnx, NetworkX, GeoPandas, OSM, python, open street map, optimization, path, route, trip, tourism, significance, interestingness, attractions.

Today, many people take many trips every day. And often people find themselves in places they are not familiar with. But they may be interested in taking a walk, seeing the sights nearby, and learning something about the place where they are. Today, many apps can provide a fairly quick route from one point to another, but most of them focus on the minimum time or distance, rather than the attractiveness of the route. You can also take the case when a person has a little free time and would simply like to take a circular route around the area. For these cases, it may be useful, for example, an application that can provide information about nearby attractions, and build a route between them.

To do this, considering the territory of a city, we can model the surrounding streets as edges, and intersections as nodes in the graph. In this way we can model part of the city (Figure 1). This approach may allow us to use known graph algorithms to solve the problem. By simply obtaining nearby points of interest (POI) data and associating it with the nearest node, we can model the traveling salesman problem (TSP), which is NP-hard, but there are some approximations.

To solve TSP we can use Python's *NetworkX* library, and to retrieve data we can use *OSMnx* library (which in turn also uses *GeoPandas* and *NetworkX*). The map can be displayed using library tools (based on a leaflet). Thus, we can create routes as in Figure 2 and display them as in Figure 3 (for example, there is the center of Odessa with several POIs).

What can we see on the map? There is a fairly optimal route in terms of distance, which actually leads to some attractions. But the algorithm visits all available POIs (as it is in TSP) and this leads to some cases of repeated visits to streets. Or when the route goes too far for just one POI.

In this way, we can reduce the problem of creating an interesting route to TSP and solve it quite efficiently, with a fairly good result. But TSP algorithms may have their own peculiarities, such as visiting all points and related ones. Perhaps some kind of filtering function that can make a decision

which points to visit could improve this approach and its solutions.

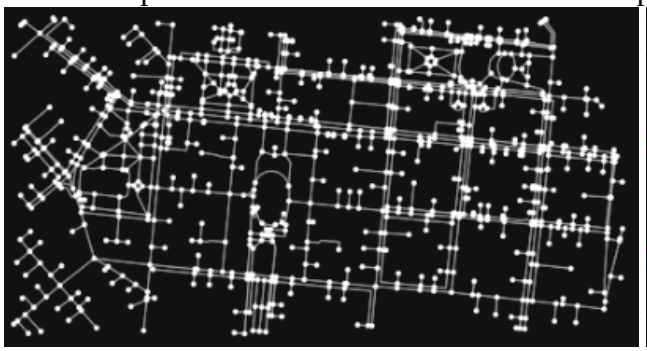


Figure 1

Figure 2

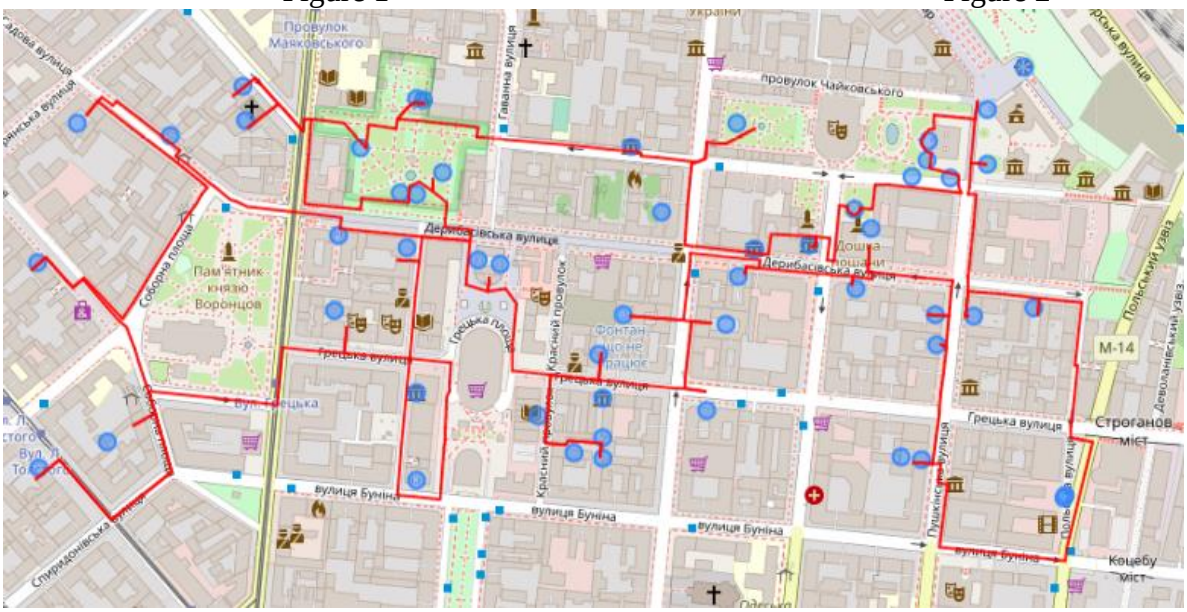


Figure 3

References

1. Travelling salesman problem, Wikipedia, 14.10.2023, [online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem [Accessed: October 14,2023]

2. Traveling salesman problem function documentation, NetworkX Developers, 14.10.2023, [online]. Available:https://networkx.org/documentation/stable/reference/algorithms/generated/networkx.algorithms.approximation.traveling_salesman.traveling_salesman_problem.html#networkx.algorithms.approximation.traveling_salesman.traveling_salesman_problem [Accessed: October 14,2023]

3. Christofides algorithm- one of the approximate algorithms solving TSP, Wikipedia, 14.10.2023, [online]. Available:https://en.wikipedia.org/wiki/Christofides_algorithm [Accessed: October 14,2023]

4. OSMnx documentation, Geoff Boeing, 14.10.2023, [online]. Available: https://osmnx.readthedocs.io/en/stable/ [Accessed: October 14,2023]

5. Оптимізація шляхів з урахуванням значущості проміжних точок, Мазурок І. Є., Веремйов К. В., Матеріали двадцятої Всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців "Інформатика, інформаційні системи та технології", 27.04.2023, [online]. Available: https://atl.pdpu.edu.ua/images/doc/inf/2023/Zbirka_tez_IIST-2023_.pdf [Accessed: October 14,2023]

6. Constructing an attractive route for a vehicle trip, Veremiov Kyryl, Goryn Alexander, Mazurok Ihor, ONU-HYIT-Conference Proceedings,16.05.2022, [online]. Available:https://drive.google.com/file/d/1nM7HcTy52o18hlJqy99lO6u3C9h7wZOc/view?pli=1 [Accessed: October 14,2023]

7. GitHub link to the project, Kyryl Veremiov, 14.10.2023, [online]. Available:https://github.com/KyrylVeremiov/attractive_routing [Accessed: October 14,2023]

UDC 004.62

STATISTICAL MODELS OF PIPE CONFIGURATIONS FOR ASSESSMENT OF DEFECTS IN INFRASTRUCTURE OBJECTS

Mysiuk R.V. (mysyukr@ukr.net)
Ivan Franko National University of Lviv (Ukraine)

The paper considers a list of parameters for the formation of statistical data on the locations of potential defects in infrastructure facilities (pipes, roads, and buildings). Damage there usually occurs due to insufficient strength, excessive use and age of the materials. However, such characteristics of materials as physico-mechanical and features of matter are often not taken into account. In addition, statistics of the most frequent places of damage to such objects will allow establishing dependencies and complementing such models. In this way, a more extensive list of parameters for statistical analysis of such surfaces is possible. Data forecasting is based on the use of historical statistical information, so such data will be useful for forming data sets to determine the likely location of defects in materials.

Infrastructural objects such as bridges, roads, pipelines in buildings are over time exposed to external factors and internal mechanical loads [1, 2]. As a result, defects in the form of cracks and corrosion fatigue often appear, which leads to the destruction of structures as a whole. Detection of damage in concrete and metal parts of infrastructure objects is a well-researched topic. At the same time, it is possible to create models for statistical analysis to determine the locations of defects. The purpose of the work is to analyze the dependencies between parameters based on statistical analysis of the frequency of defects.

The main tasks can be defined as the following:

- to expand the list of parameters taking into account the characteristics of materials (physical and mechanical, potential places of damage, type of material and substance), which should be taken into account when forming such data sets for further analysis and use.
- modeling of the main parameters based on statistical data.

Statistical analysis of the subject under study can show the trends of past years of pipeline operation. These ratios can help in estimating the probability of damage. Based on data on the number of cases and parameter values, dependencies can be found to estimate the occurrence of defects.

In general, after conducting an analysis of open sources of information and the latest research on the most frequent places in pipes where cracks and corrosion occur. Statistical analysis consists in compiling a table of dependencies based on a known number of defect occurrence frequencies and dependent parameters.

The appearance of a crack is influenced by the following pipe properties:

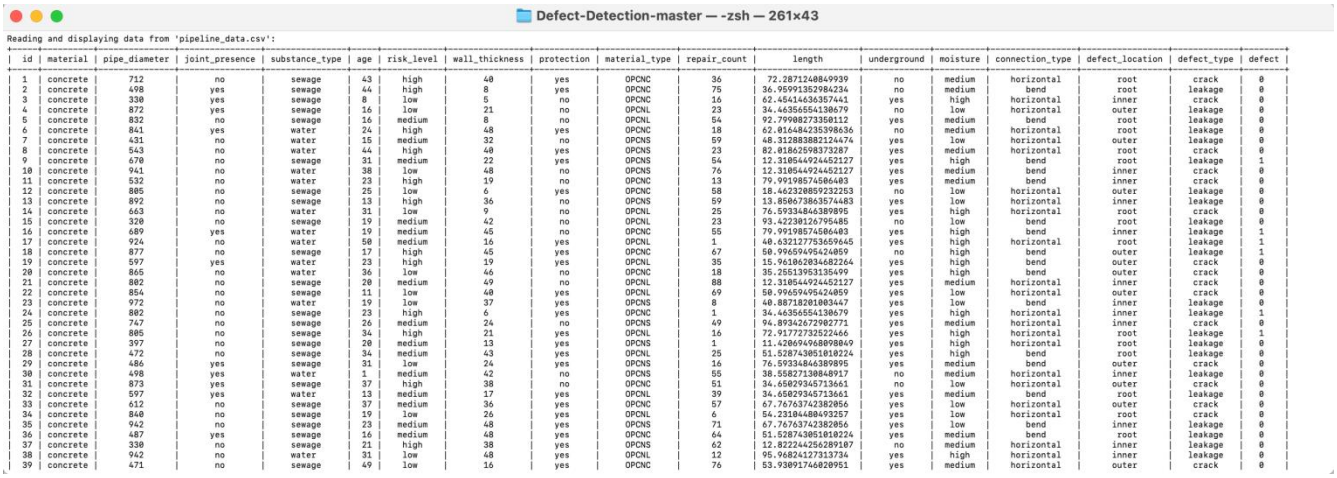
- pipe thickness, existing welds, inner or outer surface, shape of pipe, previous repair of joints [3]
- age, protection, pressure, weather, soil hazards, hydrogeology [4]

Additionally needs to be considered material type (concrete, metal), substance type (gas, oil, water).

Metal and concrete can be considered as the main materials of infrastructure objects, and corrosion and cracks, respectively, which most often occur in such materials.

Each of the materials has features that should be taken into account when analyzing and forming statistical models. Concrete can contain nanoparticles for strengthening, respectively, they affect the durability of operation [5]. According to the results of research in [3], the most vulnerable places are joints between pipes in metals that can be welded.

The stage of formation of models important for the preparation of data for further analysis. All dependencies between attributes can be visualized and used for a more comprehensive data prediction solution. As shown in Fig. 1. the main attributes are the following set for concrete structures and pipes. Among which id - identifier, material - material type (concrete or metal), pipe diameter, joint presence, substance type (water, gas or oil), age, risk_level, wall_thickness, protection, material_type, repair_count, length, underground, moisture, connection_type, defect_location, defect_type, possible or impossible defect.



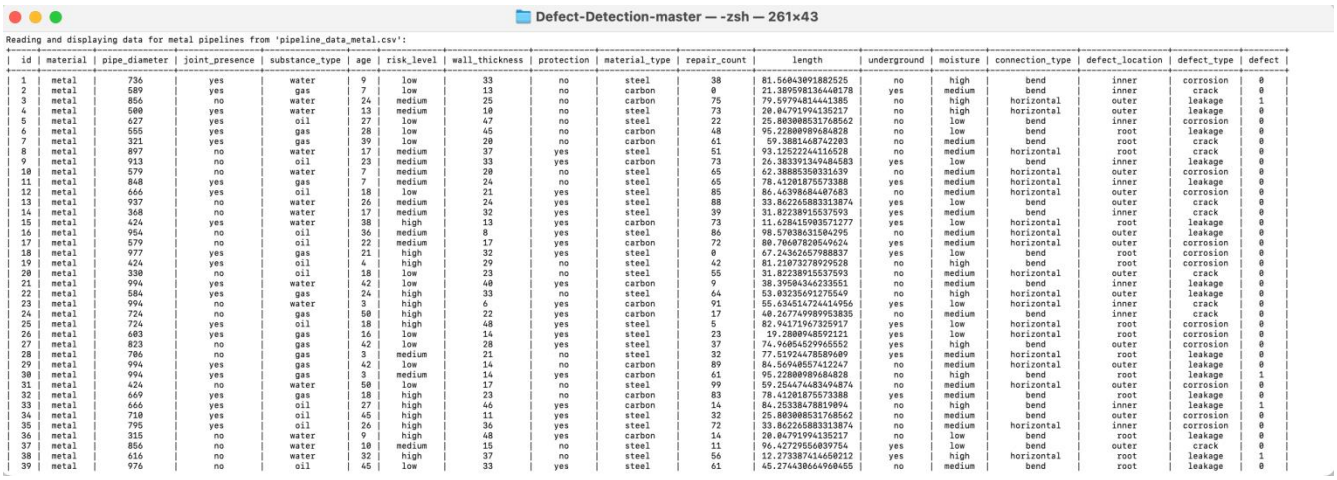
Defect-Detection-master — -zsh — 261×43

Reading and displaying data from 'pipeline_data.csv':

id	material	pipe_diameter	joint_presence	substance_type	age	risk_level	wall_thickness	protection	material_type	repair_count	length	underground	moisture	connection_type	defect_location	defect_type	defect
1	concrete	712	no	sewage	43	high	40	yes	OPCNC	36	72.2871240849939	no	medium	horizontal	root	crack	0
2	concrete	498	yes	sewage	44	high	8	yes	OPCNC	75	36.9599135298234	no	medium	bend	root	leakage	0
3	concrete	330	yes	sewage	8	low	5	no	OPCNC	16	62.454144636357441	yes	high	horizontal	inner	crack	0
4	concrete	872	yes	sewage	16	low	21	no	OPCNL	23	34.46356554130679	no	low	horizontal	outer	leakage	0
5	concrete	832	no	sewage	16	medium	8	no	OPCNL	54	92.7998827350112	yes	medium	bend	root	leakage	0
6	concrete	841	yes	water	24	high	48	yes	OPCNC	18	62.016484235398636	no	medium	horizontal	root	leakage	0
7	concrete	431	no	water	15	medium	32	no	OPCNS	59	48.312883882124474	yes	low	horizontal	outer	leakage	0
8	concrete	543	no	water	44	high	40	yes	OPCNS	23	82.018625983733287	yes	medium	horizontal	root	crack	0
9	concrete	670	no	sewage	31	medium	22	yes	OPCNS	54	12.310544924452127	yes	high	bend	root	leakage	1
10	concrete	941	no	water	38	low	48	no	OPCNS	76	12.310544924452127	yes	medium	bend	inner	crack	0
11	concrete	532	no	water	23	high	19	no	OPCNC	13	79.991985745864403	yes	medium	bend	inner	crack	0
12	concrete	805	no	sewage	25	low	6	yes	OPCNC	58	18.462320859232263	no	low	horizontal	outer	leakage	0
13	concrete	892	no	sewage	13	high	36	no	OPCNS	59	13.858673863574483	yes	low	horizontal	inner	leakage	0
14	concrete	663	no	water	31	low	9	no	OPCNL	25	76.593348463809895	yes	high	horizontal	root	crack	0
15	concrete	320	no	sewage	19	medium	42	no	OPCNL	23	93.422381247954685	no	low	bend	root	leakage	0
16	concrete	689	yes	water	19	medium	45	no	OPCNC	55	79.991985745864403	yes	high	bend	inner	leakage	1
17	concrete	924	no	water	50	medium	16	yes	OPCNL	1	40.632127753659645	yes	high	horizontal	root	leakage	1
18	concrete	877	no	sewage	17	high	45	yes	OPCNC	67	50.996594954240459	no	high	bend	outer	leakage	1
19	concrete	597	yes	water	23	high	19	yes	OPCNL	35	15.961862034682264	yes	high	bend	outer	crack	0
20	concrete	865	no	water	36	low	46	no	OPCNC	18	35.256139531354499	yes	high	bend	outer	crack	0
21	concrete	802	no	sewage	20	medium	49	no	OPCNL	88	12.310544924452127	yes	medium	horizontal	inner	crack	0
22	concrete	854	no	sewage	11	low	40	yes	OPCNL	69	50.996594954240459	yes	low	horizontal	outer	crack	0
23	concrete	972	no	water	19	low	37	yes	OPCNS	8	40.887202810033	yes	low	bend	inner	leakage	0
24	concrete	802	no	sewage	23	high	6	yes	OPCNC	1	34.463565541386679	yes	high	horizontal	inner	leakage	1
25	concrete	747	no	sewage	26	medium	24	no	OPCNS	49	94.89342672902771	yes	medium	horizontal	inner	crack	0
26	concrete	805	no	sewage	34	high	21	yes	OPCNL	16	72.91772732522466	yes	high	horizontal	root	leakage	1
27	concrete	397	no	sewage	20	medium	13	yes	OPCNS	1	11.428699469980849	yes	high	horizontal	root	leakage	0
28	concrete	472	no	sewage	34	medium	43	yes	OPCNL	25	51.528743051010224	yes	high	bend	root	leakage	0
29	concrete	486	yes	sewage	31	low	24	yes	OPCNS	16	76.593348463809895	yes	medium	bend	outer	crack	0
30	concrete	498	yes	water	1	medium	42	no	OPCNS	55	38.558271308048917	no	medium	horizontal	inner	leakage	0
31	concrete	873	yes	sewage	37	high	38	no	OPCNC	51	34.658293457133661	no	low	horizontal	outer	crack	0
32	concrete	597	yes	water	13	medium	17	yes	OPCNL	39	34.658293457133661	yes	medium	bend	root	leakage	0
33	concrete	612	no	sewage	37	medium	36	yes	OPCNC	57	67.76763742382056	yes	low	horizontal	outer	crack	0
34	concrete	840	no	sewage	19	low	26	yes	OPCNL	6	54.231044804993257	yes	low	horizontal	root	crack	0
35	concrete	942	no	sewage	23	medium	48	yes	OPCNS	71	67.76763742382056	yes	low	bend	inner	leakage	0
36	concrete	487	yes	sewage	16	medium	48	yes	OPCNC	64	51.528743051010224	yes	medium	bend	root	leakage	0
37	concrete	330	no	sewage	21	high	38	yes	OPCNS	62	12.822244256289107	no	medium	horizontal	inner	leakage	0
38	concrete	942	no	water	31	low	48	yes	OPCNL	12	95.96824127313734	yes	high	horizontal	inner	leakage	0
39	concrete	471	no	sewage	49	low	16	yes	OPCNC	76	53.930917646020951	yes	medium	horizontal	outer	crack	0

Fig. 1. An example of formed statistical models for concrete structures

The same structure was formed for models for metal structures as shown in Fig. 2. The difference between the models is only in the values of the types of materials and substances that flow there and the features of the defects that arise there.



Defect-Detection-master — -zsh — 261×43

Reading and displaying data for metal pipelines from 'pipeline_data_metal.csv':

id	material	pipe_diameter	joint_presence	substance_type	age	risk_level	wall_thickness	protection	material_type	repair_count	length	underground	moisture	connection_type	defect_location	defect_type	defect
1	metal	736	yes	water	9	low	33	no	steel	38	81.56043091882525	no	high	bend	inner	corrosion	0
2	metal	589	yes	gas	7	low	13	no	carbon	0	21.389598136440178	yes	medium	bend	inner	crack	0
3	metal	856	no	water	24	medium	25	no	carbon	75	79.59794814441385	no	high	horizontal	outer	leakage	1
4	metal	500	yes	water	13	medium	10	no	steel	73	20.04791994135217	no	high	horizontal	outer	leakage	0
5	metal	627	yes	oil	27	low	47	no	steel	22	25.803088531768562	no	low	bend	inner	corrosion	0
6	metal	555	yes	gas	28	low	45	no	carbon	48	95.228009896848828	no	low	bend	root	leakage	0
7	metal	321	yes	gas	39	low	20	no	carbon	61	59.38814687422203	no	medium	bend	root	crack	0
8	metal	897	no	water	17	medium	37	yes	steel	51	93.125222441165728	no	medium	horizontal	root	crack	0
9	metal	913	no	oil	23	medium	33	yes	carbon	73	26.381391349485483	yes	low	bend	inner	leakage	0
10	metal	579	no	water	7	medium	20	no	steel	65	62.38885350331639	no	medium	horizontal	outer	corrosion	0
11	metal	848	yes	gas	7	medium	24	no	steel	65	78.41201875573388	yes	medium	horizontal	inner	leakage	0
12	metal	666	yes	oil	18	low	21	yes	steel	85	86.463986840487683	no	medium	horizontal	outer	corrosion	0
13	metal	937	no	water	26	medium	24	yes	steel	88	33.862265883313874	yes	low	bend	outer	crack	0
14	metal	368	no	water	17	medium	32	yes	steel	39	31.822389155537593	yes	medium	bend	inner	crack	0
15	metal	424	yes	water	38	high	13	yes	carbon	73	11.628415903571277	yes	low	horizontal	root	leakage	0
16	metal	954	no	oil	36	medium	8	yes	steel	86	98.578036310042795	no	medium	horizontal	outer	leakage	0
17	metal	579	no	oil	22	medium	17	yes	carbon	72	80.70607820549624	yes	medium	horizontal	outer	corrosion	0
18	metal	977	yes	gas	21	high	32	yes	steel	0	67.24362657988837	yes	low	bend	root	corrosion	0
19	metal	424	yes	oil	4	high	29	no	steel	42	81.210732789295288	no	high	bend	root	corrosion	0
20	metal	330	no	oil	18	low	23	no	steel	55	31.822389155537593	no	medium	horizontal	outer	crack	0
21	metal	994	yes	water	42	low	40	yes	carbon	9	38.39504346233551	no	medium	bend	inner	leakage	0
22	metal	584	yes	gas	24	high	33	no	steel	64	53.032356912785549	no	high	horizontal	outer	leakage	0
23	metal	994	no	water	3	high	6	yes	carbon	91	55.634514724414956	yes	low	horizontal	inner	crack	0
24	metal	724	no	gas	50	high	22	yes	carbon	17	40.267749989953835	no	medium	bend	inner	crack	0
25	metal	724	yes	oil	18	high	48	yes	steel	5	82.94171967325917	yes	low	horizontal	root	corrosion	0
26	metal	603	yes	gas	16	low	14	yes	steel	23	19.280094858592121	yes	low	horizontal	root	corrosion	0
27	metal	823	no	gas	42	low	28	yes	steel	37	74.968545299655552	yes	high	bend	outer	corrosion	0
28	metal	706	no	gas	3	medium	21	no	steel	32	77.519244778589609	yes	medium	horizontal	root	leakage	0
29	metal	994	yes	gas	42	low	14	no	carbon	89	84.569485574122473	no	medium	horizontal	outer	leakage	0
30	metal	994	yes	gas	3	medium	14	yes	carbon	61	95.228009896848828	no	high	bend	root	leakage	1
31	metal	424	no	water	50	low	17	no	steel	99	59.294744834694874	yes	medium	horizontal	outer	corrosion	0
32	metal	669	yes	gas	18	high	23	no	carbon	83	78.41201875573388	yes	medium	bend	root	leakage	0
33	metal	666	yes	oil	27	high	46	yes	carbon	14	84.253384788190894	no	high	bend	inner	leakage	1
34	metal	710	yes	oil	45	high	11	yes	steel	32	25.803088531768562	no	medium	bend	outer	corrosion	0
35	metal	795	yes	oil	26	high	36	yes	steel	72	33.862265883313874	no	medium	horizontal	inner	corrosion	0
36	metal	315	no	water	9	high	48	yes	carbon	14	20.04791994135217	no	low	bend	root	leakage	0
37	metal	856	no	water	10	medium	15	no	steel	11	96.427295560039754	yes	low	bend	outer	crack	0
38	metal	616	no	water	32	high	37	no	steel	56	12.273387414650212	yes	high	horizontal	root	leakage	1
39	metal	976	no	oil	45	low	33	yes	steel	61	45.274430664960455	no	medium	bend	root	leakage	0

Fig. 2. An example of formed statistical models for metal structures

The most popular language for data processing and visualization is Python and the auxiliary libraries matplotlib and seaborn, which are used in development. The main parameters for visualization are those that can potentially affect the appearance of a defect in materials. Thus, on the basis of the generated values, you can build graphic dependencies for metal structures as shown in Fig. 3a - the number of cases to the diameter of the pipe, Fig. 3b - the level of the risk of breakthrough to the number of cases, Fig. 3c - defect type to quantity, Fig. 3d - the location of the defect to the total number of cases.

The total number of entries in the models is 100 for each material. From the obtained graphical results of the models, the pipe sizes can be different and the largest amount of data is 400-600 and 900 mm. In addition, the risks of the appearance of a defect are distributed almost proportionally across all data quantities. The greatest number of values with corrosion defects on the outer walls of the pipe, which may occur during operation. In the process of finding additional data, such models can be modified and expanded.

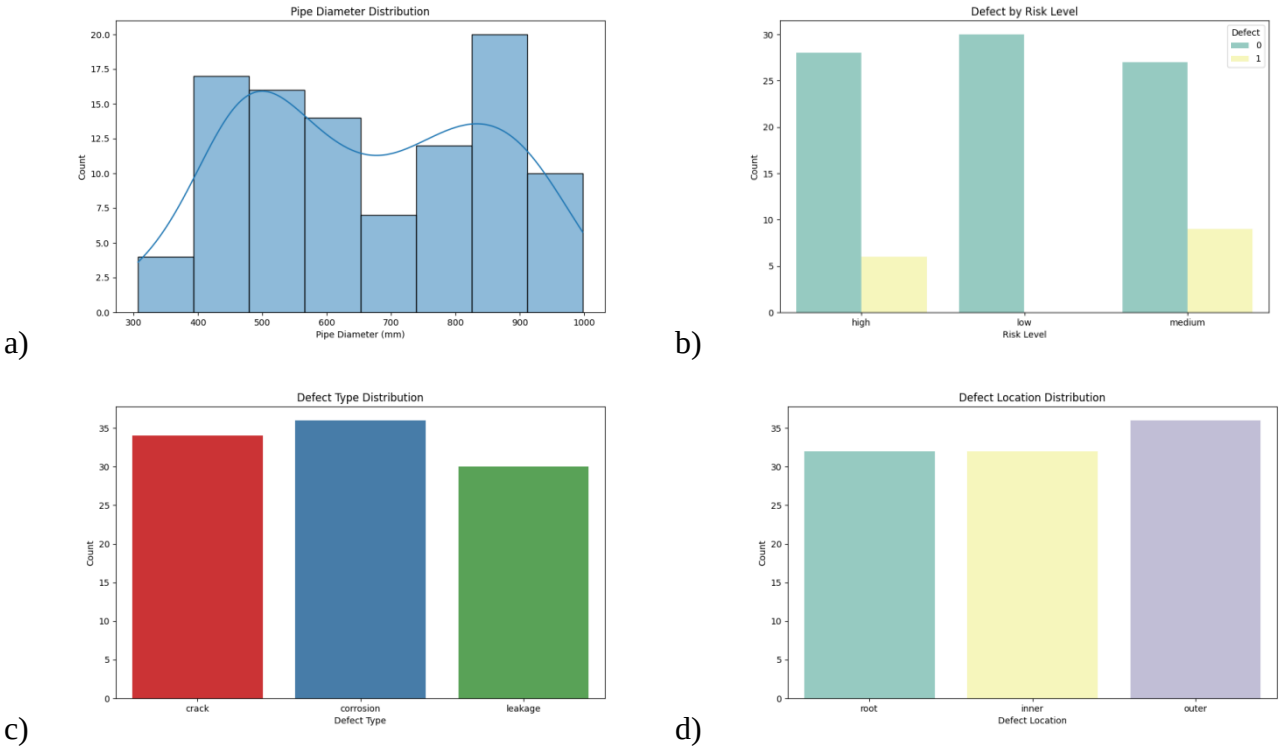


Fig. 3. An example of visualization of the dependence of parameters based on statistical models depending on the number of values: a) - diameters of pipes, b) - level of risk due to the absence (0) or existence of defects (1), c) - types of defects, d) - location of defects

Conclusions. The paper analyzes the main parameters that should be taken into account in the statistical analysis of defects in infrastructure objects. Statistical data are generated on the basis of data from open sources for research in the researched topic. In addition, it is possible to extend such models with values that refine and improve the prediction of such values. As a result, the list of parameters was expanded and modeled based on statistical data.

References

1. S. Vishnuvardhan, A. Ramachandra Murthy, Abhishek Choudhary, A review on pipeline failures, defects in pipelines and their assessment and fatigue life prediction methods, International Journal of Pressure Vessels and Piping, Volume 201, 2023, 104853, ISSN 0308-0161, doi: https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2022.104853.

2. Ghavamian, A.; Mustapha, F.; Baharudin, B.T.H.T.; Yidris, N. Detection, Localisation and Assessment of Defects in Pipes Using Guided Wave Techniques: A Review. Sensors 2018, 18, 4470. doi: https://doi.org/10.3390/s18124470

3. Wang, K.; Zhang, M.; Guo, Q.; Ma, W.; Zhang, Y.; Wu, W. Failure Risk Prediction Model for Girth Welds in High-Strength Steel Pipeline Based on Historical Data and Artificial Neural Network. *Processes* **2023**, *11*, 2273. https://doi.org/10.3390/pr11082273

4. Neal Andrew Barton, Timothy Stephen Farewell, Stephen Henry Hallett, Timothy Francis Acland, Improving pipe failure predictions: Factors affecting pipe failure in drinking water networks, Water Research, Volume 164, 2019, 114926, ISSN 0043-1354, https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114926.

5. Mysiuk, R., Mysiuk, I., & Pawlowski, G. (2022). Data Modeling of Physical-Mechanical Processes in Nanoconcrete with the Ensemble of Pores. Path of Science, 8(9), 1001-1009. doi: http://dx.doi.org/10.22178/pos.85-6

УДК004.8:005.3

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ БІЗНЕС-ОТОЧЕННЯ КОМПАНІЇ

Москаленко В.Ю, Гринченко М.А. (marinagrunchenko@gmail.com,
vladimir.moskalenko@outlook.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Україна)

У тезах розглядаються проблеми прогнозування бізнес-оточення компанії. Проаналізовано особливості, які обумовлюють складність передбачення поведінки учасників ринку та проблему вибору адекватних методів прогнозування параметрів бізнес-оточення компанії. Надано пропозиції щодо вибору методів прогнозування бізнес-оточення компанії на основі аналізу часових рядів, як статистичних, так і методів машинного навчання.

Постановка проблеми. Прогнозування є основою для прийняття рішень і планування діяльності компанії. Невизначеність, яка оточує майбутнє функціонування кожної компанії, є складною, оскільки учасники ринку прагнуть мінімізувати ризики та максимізувати свою корисність. У цій роботі розглядаємо компанію, яка вже певний час працює на ІТ-ринку. ІТ- ринок швидко змінюється [1]. Ці зміни пов'язані як з обсягом ринку, так із його структурою [2]. На основі проведених досліджень щодо прогнозування кон'юнктури ІТ-ринку виявлено, що актуальними є проблема аналізу методів прогнозування та надання рекомендації щодо вибору ефективних методів для прогнозування різних аспектів ІТ-ринку. Для аналізу та прогнозування бізнес-оточення ІТ-компанії треба визначити сукупність факторів, що впливають на її роботу та діють зовні, а саме: поведінка покупців, конкурентів, постачальників, тенденції в економіці, дії державних структур та регуляторів, соціальні та демографічні фактори, розвиток технологій тощо. Основна проблема прогнозування бізнес-оточення компанії – це проаналізувати вплив як окремих факторів, так і їх сукупностей, оцінити можливу реакцію компанії – визначити прогнозні значення основних показників діяльності компанії на періоді, на якому буде прийматися управлінські рішення щодо розвитку та визначатися відповідні плани.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення якості прогнозів щодо показників бізнес-оточення ІТ-компанії. Вибір відповідних методів прогнозування показників бізнес-оточення залежить від визначення факторів впливу на поточний та майбутній стан бізнес-оточення. Отож постає задача аналізу цих факторів та вибір методів прогнозування характеристик бізнес-оточення.

Основна частина роботи. Складність прогнозування факторів, які впливають на показники діяльності ІТ-компанії, а також на визначення її майбутніх планів, обумовлена такими особливостями бізнес-оточення:

– динамічність – постійна зміна середовища під впливом безлічі факторів, які змушують бізнес змінювати свою форму та характер діяльності;

– складність – у бізнес-оточенні взаємодіє безліч факторів та умов, які виникають із різних джерел, що обумовлює складність визначення впливу того чи іншого фактору на діяльність компанії, а також розуміння взаємозалежності цих факторів один від одного;

– невизначеність – випадковий характер змін у бізнес-оточенні, який обумовлений непередбачуваними діями різних учасників ринку, що описується імовірнісними законами, нечіткими параметрами та ін.;

– неоднозначність – різні учасники бізнес-середовища можуть по-різному сприймати ті самі зміни в бізнес-середовищі, що ускладнює прогнозування наслідків цих змін;

– тривалий вплив – виживання, зростання та прибутковість компаній на ринку багато в чому залежить від термінів впливу того чи іншого фактору середовища на його діяльність, а також від стійкості компанії протидіяти негативним впливам середовища на певному періоді. Навіть недовготривалі зміни у навколишньому середовищі по-різному впливають на функціонування компанії;

– відносність – поняття бізнес-середовища є відносним, оскільки воно варіюється в залежності від галузі, де функціонує компанія. Галузеві особливості відображаються у ключових показниках діяльності компанії.

Велика кількість методів прогнозування вимагає аналізу та вибору ефективного методу прогнозування для вирішення реальних завдань [3]. Зроблено висновок, що волатильність IT-ринку в останні роки потребує використання методів прогнозування, які базуються на аналізі часових рядів. Прогнозування даних часових рядів є складним завданням головним чином через великі зміни в економічних тенденціях і умовах, з одного боку, і неповну інформацію, з іншого. Найвідомішим методом стохастичних моделей прогнозування часових рядів є однофакторне авторегресійне ковзне середнє (ARMA) для даних одного часового ряду, у якому комбінуються моделі авторегресійного (AR) і ковзного середнього (MA). Багатовимірні моделі ARIMA та моделі векторної авторегресії (VAR) є іншими найпопулярнішими моделями прогнозування, які, у свою чергу, узагальнюють одновимірні моделі ARIMA та одновимірну модель авторегресії (AR), враховуючи більше однієї змінної [4]. Методи машинного навчання і алгоритми глибокого навчання визначили нові підходи до прогнозування. Зв'язки між змінними моделюються в «глибокій» і багаторівневій ієрархії. Методи, засновані на машинному навчанні, такі як опорні векторні машини (SVM) і випадкові ліси (RF), а також алгоритми на основі глибокого навчання, такі як рекурентна нейронна мережа (RNN) і довготривала короткочасна пам'ять (LSTM), останнім часом використовуються найчастіше для прогнозування фінансових результатів діяльності компаній, обсягів продажів, прогнозів цін тощо. Методи глибокого навчання здатні ідентифікувати структуру та модель даних, наприклад нелінійність і складність у часових рядах. Зокрема, LSTM використовується для прогнозування часових рядів економічних і фінансових даних, таких як прогнозування волатильності різних фондових бірж та товарних ринків. Для вибору методу прогнозування треба враховувати точність традиційних методів прогнозування у порівнянні з алгоритмами прогнозування на основі глибокого навчання. Отже, на даний час проводяться дослідження щодо порівняння результатів прогнозування економічних і фінансових даних IT-компанії з використання LSTM та традиційних методів, такими як ARIMA.

Висновок. Отже, аналізуючи проблеми прогнозування бізнес-оточення IT-компанії визначено найбільш актуальні, а саме: великі обсяги інформації; точність прогнозів, зроблених на визначений період; вибір методів прогнозування в залежності від періоду передбачення. Отже, запропоновано для передбачення стану бізнес-оточення компанії застосовувати одночасно методи прогнозування, які будуються на моделях статистичного аналізу та методи обчислюваного інтелекту, а вибір прогнозу здійснювати залежно від оцінки його точності.

Список використаної літератури

[1] "Information Technology Industry Analysis 2023-2032: Forecast Growth Rate, Key Drivers And Major Regions, By The Global Market Model From TBRC" [Online]. Available: https://finance.yahoo.com/news/information-technology-industry-analysis-2023-154000549 [Accessed: October 08, 2023].

[2] "IT Market Size In 2023 : Forecasting Share and Scope for 2023-2030" [Online]. Available: https://www.linkedin.com/pulse/market-size-2023-forecasting-share-scope-2023-2030/ [Accessed: October 08, 2023].

[3] "Forecasting: theory and practice", Fotios Petropoulos, Daniele Apiletti, Vassilios ect. Assimakopoulos in International Journal of Forecasting, 2022, Vol. 38, Issue 3, pp. 705-871. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207021001758 [Accessed: October 08, 2023].

[4] "A comparison of ARIMA and LSTM in forecasting time series", Sima Siami-Namini, Neda Tavakoli, Akbar Siami Namin. [Online]. Available: https://par.nsf.gov/servlets/purl/10186768 [Accessed: October 08, 2023].

УДК 519.65, 51-72

EXPERIMENTAL DATA PROCESSING WITH A SMALL SAMPLE: A COMBINATION OF PROBABILISTIC AND INTERVAL ANALYSIS METHODS

Potanina T.V., Yefimov O.V. (potaninatetiana@gmail.com, AVEfimov@kpi.kharkov.ua)
National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute” (Ukraine)

The applications of the interval and standard probabilistic approaches for verifying the reliability of the results of an experiment studying the mechanical properties of nuclear materials are compared.

The problem of small sample size, its statistical evaluations, and the correctness of the application of existing non-parametric tests in one or another case is one of the most frequent issues of discussion. Works that discuss and propose methods and approaches to determine the optimal size of the sample so that it is representative [1] contain contradictory arguments and proofs, and sometimes erroneous ones [2]. At the same time, there remain some fields in which, for various reasons, it is impossible to increase the amount of experimental material – medicine, psychology, biophysics, research in nuclear energy, and so on. But the need to understand, describe and determine the dependencies between factors to build a forecast remains.

The analysis of experimental data is due to objective information not being complete, and the uncertainty of the data is also complicated. Uncertainty is present in any process of research and evaluation of experimental data. It contains measurement errors, noise, round-off errors, incomplete information, and methodological errors that give rise to uncertainty. It is impossible to overcome the conditions of all these uncertainties. The analysis of numerous scientific works on the processing of experimental data shows that the interval model [3] is correct if there is uncertainty in the data and the samples have small sizes [4].

The application of the interval and standard probabilistic approaches is compared to verify the reliability of the results of an experiment to study the mechanical properties of hafnium samples.

The presence of outliers in the sample of hafnium ingots hardness values was investigated at fixed weight oxygen content: 0.03 wt. %, 0.04 wt. % and 0.05 wt. %. The situation of measurement error limiting the without reliable information about its distribution and checking the sample for consistency by the methods of interval analysis is considered. The classical statistical tests were used: "three sigma rule", "two sigma rule", Lvovsky’s criterion, "three sigma rule" for the median of the sample. The application of these methods shows conflicting results since they all assume that the sample values are subject to a Gaussian distribution. But this sample of measurements is small, and the probabilistic characteristics of the errors are unknown since it is impossible to guarantee compliance with the Gaussian distribution. The correctness of the interval analysis application for processing experimental data under conditions of uncertainty and noisy experimental data and determining anomalous points is displayed.

After removing outliers using interval analysis methods, the adjusted three subsamples determined the means (probabilistic methods) $\bar{\mathbf{x}}_{\text{kor}} = (173.857, 181.0, 192.0)$ and central actual values (interval analysis method) $\mathbf{x}_{\text{c}} = (176.24, 180.24, 193.24)$. Finally, classical statistical methods, after removing outliers from the first and second subsamples, the mean values in the samples are determined, that is $\bar{\mathbf{x}} = (172.333, 182.435, 197.222)$.

The examples considered show that if the sample of experimental data is small with gross errors of observation, the interval analysis method gives better accuracy indicators than the standard statistical method.

Next, we determine the dependence of the hardness of hafnium samples on the mass content of oxygen.

Using standard statistical approaches to experimental data processing and based on the fact that the dependence is not a linear function, the parameters of the ratio $f(x) = A \cdot e^{Bx} + C$ are determined by the method of Levenberg-Marquardt minimization [5].

Curve 1 gives a rougher estimate of the dependence of the hardness of hafnium samples on the oxygen content. Curve 2 is a more accurate estimate and is close to curve 3. That is, the construction of an

approximating line at the nodes determined for samples truncated by interval analysis methods is a more efficient approach for processing observational data.

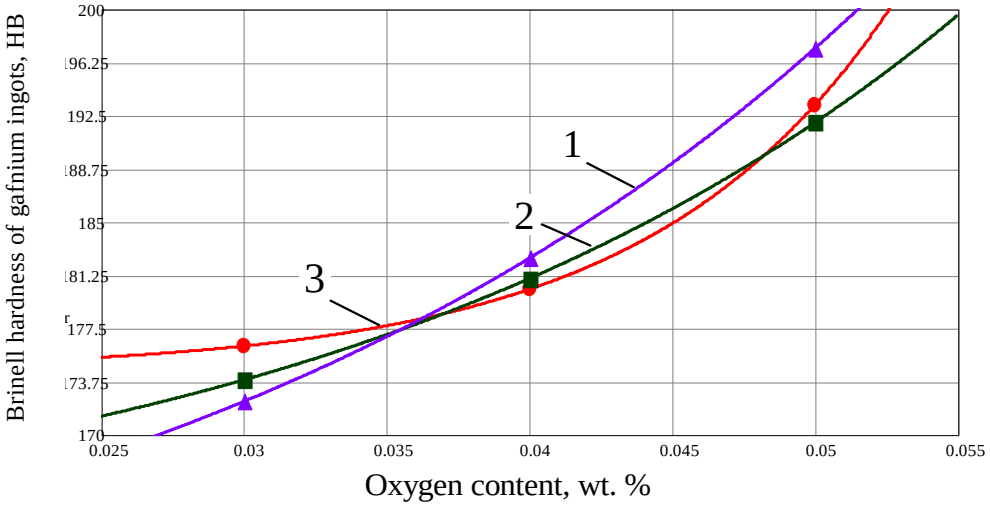


Fig. 1. The dependence of the Brinell hardness of hafnium samples on the weight oxygen content:
1 – approximation by mean values of the sample;
2 – approximation by corrected mean values of the sample; 3 – approximation by central actual values.

References

[1] V. Olefir, V. Bosniuk, "Розрахунок обсягу вибірки як наріжний камінь планування наукового дослідження," in *Visnyk of the Lviv University. Series Psychological science.* Issue 9. pp. 186–195, 2021, doi:10.30970/PS.2021.9.24.

[2] Richard Horton, "Offline: What is medicine's 5 sigma?," *The Lancet*, Vol. 385, Issue 9976, p. 1380, 2015, doi:10.1016/S0140-6736(15)60696-1.

[3] *Introduction to interval analysis*, R.E. Moore, R.B. Kearfott, M.J. Cloud, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 2009.

[4] *Materials and decision support systems in the nuclear power industry*, O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, at al., LAPLAMBERT Academic Publishing, 2020.

[5] *Methods for nonlinear least squares problems. Technical Report. Informatics and Mathematical Modeling*, K. Madsen, N.B. Nielsen, O. Tingleff, Technical University of Denmark, 2004.

УДК658.784:510.6

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ І НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Ракитянська Г.Б. (rakit@vntu.edu.ua), Прус Б.В. (bohdan.prus.vntu@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Запропоновано модель надійності ПЗ на основі алгебри алгоритмів і нечіткої логіки. Логіко-алгоритмічна модель надійності ПЗ дозволяє проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості (ризику) та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ.

Постановка задачі

Основною метою розробки програмного забезпечення (ПЗ) є надання продукту найкращої якості за умови обмеженого часу (вартості). Функціональна надійність є основним критерієм, що потребує моделювання надійності на різних етапах розробки. Висновки, отримані на основі традиційних моделей зростання надійності [1, 2], не дають розуміння практикам куди спрямувати

зусилля і як розподілити ресурси, щоб зменшити ризик появи дефектів [3]. Визначення порогового значення ризику також залишається нерозв'язаною проблемою [3]. Розуміння взаємозалежності подій і процесів має вирішальне значення для надійності ПЗ [4-6]. На практиці використовуються експертні моделі, здобуті шляхом аналізу процесів розробки реальних проектів на основі спостереження відносної близькості та схожих цілей [5, 6]. Інтелектуальний аналіз процесів являє собою набір методів, спрямованих на вилучення основних знань із процесів для інтерпретації даних і розуміння процесу в динаміці [6]. Опис невизначеності, властивої процесам розробки, та врахування впливу факторів ризику зумовлює застосування моделей надійності на основі нечіткої логіки [7].

Метою моделювання є розробка логіко-алгоритмічної моделі надійності ПЗ, що дозволить проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості (ризику) та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ.

Етапи побудови моделі надійності ПЗ

Для моделювання надійності процесу розроблення ПЗ використано принципи, сформульовані в [7-9].

Побудова моделі надійності ПЗ здійснюється на основі алгоритмічного опису подій, пов’язаних з виникненням, виявленням і видаленням помилок у системі [8, 9]. Логіко-алгоритмічна модель складається з операторів і логічних умов, а також операторних і логічних структур, що описують дискретні процеси розроблення ПЗ. В теорії надійності алгоритмічних процесів [8, 9] розрізняють робочі оператори та оператори доробки. Логічні умови формалізують операції контролю та використовуються для перевірки правильності виконання робочих та доробочних операторів [8, 9]. Опис процесу розроблення ПЗ здійснюється на основі модифікованої системи алгоритмічних алгебр В.М. Глушкова [10, 11], де регулярний алгоритм будується за допомогою лінійної, альтернативної та ітеративної операторних структур. В теорії надійності алгоритмічних процесів [8, 9] лінійна структура породжує оператор, який є еквівалентним послідовному виконанню робочих операторів; альтернативна структура породжує оператор залежно від нечіткої істинності умови контролю; ітеративна структура породжує оператор, який є еквівалентним повторному виконанню робочого оператора допоки умова контролю не стане істинною.

Процес розроблення ПЗ описується типовими операторними та логічними структурами. Лінійна структура описує послідовність робіт без контролів і зворотних зв’язків. Операції контролю відповідають етапам тестування з метою виявлення помилок. Операції доробки відповідають етапам відлагодження, спрямованих на виправлення помилок. Альтернативна структура описує розгалужений процес «робота – контроль (тестування) – доробка без зворотного зв’язку», коли помилки виявляються і одразу видаляються із системи; ітеративна структура описує циклічний процес «робота – контроль (тестування) – доробка із зворотним зв’язком», коли під час налагодження можуть бути внесені нові помилки [8, 9].

Оцінка рівня правильності виконання процесів розроблення ПЗ здійснюється на основі методу нечіткого моделювання надійності алгоритмічних процесів [7, 12]. Аналогом нечіткої бази знань та носієм моделі надійності є логіко-алгоритмічний опис подій, що пов’язані з виникненням, виявленням та усуненням причин неправильної роботи програмної системи [7, 12]. Входами процес-орієнтованої моделі є надійнісно-часові оцінки робочих, контрольних і доробочних операторів. На виході процесу спостерігаються два класи ситуацій, що відповідають правильному (μ^1) і неправильному ($\mu^0=1-\mu^1$) виконанню задачі.

Дотримуючись [7, 12], задачу оцінки надійності операторів і логічних умов зведено до задачі нечіткої ідентифікації об’єкта “входи $\mathbf{X}$ – вихід μ^1”. Входами об’єкта є розподіл типів помилок. На виході об’єкта спостерігаються два класи ситуацій, що відповідають правильному (μ^1) і неправильному (μ^0) виконанню окремих функцій. За m-арної концепції помилок [9], оцінюється можливість виявлення та виправлення помилок j-го типу, $j=1,\ldots,m$.

Модель надійності у вигляді системи нечітких логічних рівнянь зв’язує функції належності правильного (неправильного) виконання процесу та його елементів, що входять в логіко-алгоритмічний опис на рівні процесу; на рівні робочих, контрольних і доробочних операцій. Для типових структур, система нечітких логічних рівнянь випливає автоматично із логіко-алгоритмічного опису, тобто нечіткої бази знань. Дотримуючись принципу нечіткої правильності

[7, 12], для рівнів правильності операторів і логічних умов визначається ступінь належності вектора вхідних параметрів **X** до класів роботи системи «правильно» (μ^1) і «неправильно» (μ^0). Управління ризиками здійснюється за допомогою операцій контролю та доробки, якими є тестування та відлагодження. Логічна умова, що контролює правильність виконання робочого оператору або оператору доробки, полягає у перевірці правильного (неправильного) виконання послідовності тест-кейсів, що покривають виклики та активізацію операцій інтерфейсу. Надійність виконання робочих та контрольних операторів оцінюється на основі експертно-експериментальних даних щодо розподілу помилок різних типів (помилки інтерфейсу, помилки в логіці роботи програми, помилки обробки паралельних потоків даних тощо). Ризик відмови ПЗ оцінюється експертами як наслідок дії сукупності помилок, що залишаються в системі.

Ризик внесення помилок різних типів, а також витрати часу на їх виявлення та виправлення можуть бути описані за допомогою інтервальних або нечітких оцінок, отриманих на основі експертно-експериментальної інформації. Надійність робочих операторів визначається на основі нечітких оцінок частоти внесення помилок різних типів (*часто, рідко*). Надійність операцій контролю та доробки визначається на основі інтервальних оцінок можливості виявлення та виправлення помилок різних типів (0.8–0.9). При цьому витрати часу також оцінюються нечіткими термами (*низькі, середні, високі*). Пріоритет помилки розглядається як вага правила. Функції належності, необхідні для формалізації нечітких термів, визначають зростання рівнів нечіткої правильності залежно від часу [7, 12]. Зростання функції надійності забезпечується введенням показників степеня функцій належності, що інтерпретуються як кратність або ретельність виконання операторів і логічних умов і дозволяє розподілити зусилля на тестування і доробку [7].

Дотримуючись [8], функціональна мережа, що відповідає нульовому варіанту, перетворюється допоки не буде знайдено логіко-алгоритмічний опис, який забезпечує вимоги надійності та витрат. Перетворення моделі надійності пов’язані із зміненням способів виконання її операторних та логічних структур [8, 9]. Вибір архітектурних рішень досягається шляхом використання поліпшувальних підстановок. Кожна поліпшувальна підстановка означає заміну деякого операторного або логічного фрагмента функціональної мережі іншим фрагментом із підвищеним рівнем надійності або пониженим рівнем витрат. Поліпшувальні підстановки відповідають відомим інженерним методам підвищення надійності та зменшення витрат, що використовуються у програмній інженерії.

На практиці при розробці мобільних версій розглядається перенесення функцій обробки інформації з сервера на мобільний пристрій. Це забезпечує захищеність даних та одночасно підвищує швидкодію додатку, зменшує навантаження на мережу та витрати на передачу даних. З кожною поліпшувальною підстановкою пов’язаний вектор керувальних змінних, оптимальне значення якого необхідно знайти в процесі оптимізаційного синтезу [8]. Для мобільних систем обробки мультимедійних даних такими керувальними змінними є коефіцієнти стиснення моделі розпізнавання для розгортання на пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами з мінімальними втратами точності. Для генерування та селекції найкращого варіанта функціональної мережі в режимі off-line використовуються генетичні алгоритми [9]. Для адаптації функціональної мережі в міру змінення вимог використовується градієнтний метод [7-9].

Висновки

Запропоновано підхід до моделювання надійності ПЗ на основі алгебри алгоритмів і нечіткої логіки. Логіко-алгоритмічна модель надійності ПЗ дозволяє проектувати алгоритми з необхідними рівнями безпомилковості та витрат на основі експертно-експериментальної інформації про надійнісно-часові характеристики етапів та стадій життєвого циклу ПЗ. Рівень нечіткої правильності операторів і логічних умов описується за допомогою функцій належності. Зростання функції надійності забезпечується введенням показників степеня функцій належності, що інтерпретуються як кратність або ретельність виконання операторів і логічних умов і дозволяє розподілити зусилля на тестування і доробку.

Список використаної літератури

[1] Pham H. System Software Reliability. Springer Series in Reliability Engineering. Springer Verlag London, 2006. – 440 p.

[2] Hanagal D., Bhalerao N. Software Reliability Growth Models. Infosys Science Foundation Series. Springer Singapore, 2021. – 104 p.

[3] Rajapaksha D., Tantithamthavorn C., Jiarpakdee J., Bergmeir C., Grundy J., Buntine W., SQAPlanner: Generating Data-Informed Software Quality Improvement Plans, *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 48, no. 8, pp. 2814-2835, 2022.

[4] Pradhan V., Kumar A., Dhar J. Emerging trends and future directions in software reliability growth modeling. In: Ed(s): H. Garg, M. Ram, In Advances in Reliability Science, Engineering Reliability and Risk Assessment, Elsevier, 2023, P. 131-144.

[5] Ouriques R., Wnuk K., Gorschek T., Svensson R.B., The role of knowledge-based resources in Agile Software Development contexts, Journal of Systems and Software, Vol. 197, 2023, 111572.

[6] Macak M., Daubner L., Sani M.F., Buhnova B. Process mining usage in cybersecurity and software reliability analysis: A systematic literature review, Array, Vol. 13, 2022, 100120.

[7] Rotshtein A.P. System Reliability Analysis. In: Fuzzy evidence in identification, forecasting and diagnosis / Rotshtein A.P., Rakytyanska H.B. Studies in Fuzziness and Soft Computing, Vol. 275, Springer: Heidelberg, 2012. – 313 p.

[8] Ротштейн О.П., Кузнецов П.Д. Проектування бездефектних людино-машинних технологій. – К.: Техніка, 1992. – 180 с.

[9] Ротштейн О.П., Штовба С.Д., Козачко О.М. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів. Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2007. – 215 с.

[10] Алгеброалгоритмічні основи програмування / Дорошенко А.Ю., Фінін Г.С., Цейтлін Г.О. // К.: Наукова думка, 2004. – 256 с.

[11] Погорілий С.Д. Системи алгоритмічних алгебр. Прикладний аспект / С.Д. Погорілий, О.О. Камардіна // Проблеми програмування. – 2006. – N 2–3. – С. 393–401.

[12] Rotshtein A.P. Algebra of Algorithms and Fuzzy Logic in System Reliability Analysis. Journal of Computer and Systems Sciences International. Vol. 49 (2), 2010, P. 253 – 264.

УДК 004.254: 519.853

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ’ЯТІ КОМП’ЮТЕРА

Резніченко О.В., Архипова В.В. (rezn2509@gmail.com, arh.v.1006@gmail.com)
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» (Україна)

У тезах розглядається кеш-пам'ять комп’ютера, її типи. Визначено способи заповнення інформацією та взаємодії з іншими видами пам’яті. Проаналізовано параметри, що впливають на її функціонування, побудовано модель роботи кеш-пам’яті.

Кеш-пам'ять є спеціальною формою пам’яті комп’ютера, де зберігаються дані, до яких часто звертається процесор [1]. Цей вид пам'яті розташований між процесором та основною пам’яттю. Швидкість кеш-пам’яті менше, ніж центрального процесора, але вище, ніж оперативної [2]. При організації її роботи виникають питання щодо ефективної взаємодії кеш-пам’яті з іншими видами пам’яті та розташування даних у ній.

Можливо декілька типів розташування інформації у кеш-пам’яті. Першим типом є кеш-пам'ять з прямим відображенням [3]. Весь об’єм оперативної пам’яті поділяється на сторінки, що дорівнюють об’єму кеша, і при взаємодії кеша і оперативної пам’яті одна сторінка оперативної пам’яті розташовується у кеш-пам’яті. Потім нова сторінка розміщується зверху, затираючи вміст. Таким чином, робота відбувається неефективно, і об’єм пам’яті використовується не повністю.

Другим – є набірно-асоціативна-кеш-пам'ять. Кеш-пам'ять поділяється на сегменти, і оперативна – ділиться на сторінки, що дорівнюють одному сегменту кеша. Тоді сторінка оперативної – записується в перший сегмент, друга – в другий тощо. Це збільшує ефективність використання об’єму кеша, але ускладнює процес обробки даних.

І третім типом – є асоціативна кеш-пам'ять. Об’єм сегмента кеша стає рівним рядку кешу, це дає можливість зберігати строку оперативної пам’яті в будь-якому місці кеш-пам’яті. Таким чином, останній тип організації дає можливість максимально ефективно використовувати пам'ять.

Для побудови моделі роботи кешу було зроблено декілька припущень [4, 5]. Даний тип пам’яті має n рівнів, кожен з яких містить m комірок. Об’єм комірки дорівнює a_i. Весь об’єм

пам'яті кожного j-го рівня складає b_j. Також використана змінна x_{ij}, що вказує на відсутність або наявність даних у комірці. Важливою характеристикою кеш-пам'яті є мінімізація часу звернення t_j. до інформації, яка міститься у комірці пам'яті j-го рівня. Також мінімальним повинен бути об'єм усієї пам'яті та частота її використання. Ці припущення було враховано при побудові загального вигляду цільової функції, яка описує роботу кешу:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} t_j a_i p_i x_{ij} \to min\,, \qquad \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1\,, \qquad \sum_{j=1}^{n} a_i x_{ij} \le b_j\,, \qquad x_{ij} \in \{0,1\}, i = 1..m, j = 1..n$$

Таким чином, на роботу кеш-пам'яті впливають: тип її організації, кількість рівнів, об'єм комірки, об'єм рівня та час звернення до комірки.

Список використаної літератури

[1] Кеш. [Online]. Available: https://uk.wikipedia.org/wiki/Кеш. [Accessed: September 25, 2023].

[2] Что такое кеш-память компьютера. [Online]. Available: http://on-line-teaching.com/IBM-computer/27_cash.html. [Accessed: September 25, 2023].

[3] В.Д. Тарарака, *Архітектура комп'ютерних систем*. Житомир, Україна: ЖДТУ, 2018.

[4] А.І. Косолап, *Оптимальне проектування комп'ютерних систем*. Дніпро, Україна: ДВНЗ УДХТУ, 2017.

[5] О.М. Кісельова і А.Є. Шевельова, *Чисельні методи оптимізації*. Дніпропетровськ, Україна: Видавництво ДНУ, 2008.

УДК 004.942

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЙТИНГОВОЇ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Савчук Л. М., Бандоріна Л. М., Удачина К. О.
(dialog.aktiv@gmail.com, bandorina7@gmail.com, eudachina7@gmail.com)
Український державний університет науки і технологій (Україна)

Розглянуто підходи до оцінки інвестиційної привабливості підприємства з метою вирішення проблеми зовнішнього фінансування. Представлено модифіковану модель інтегральної рейтингової оцінки.

Актуальність проблеми. В умовах посилення негативних тенденцій в економіці, зокрема на ринку капіталу, проблема зовнішнього фінансування для підприємства є однією з найбільш актуальних. Інвестиційні можливості є обмеженими, тому прийняття будь-якого рішення щодо вкладання коштів потребує ґрунтовного аналізу, що у комплексі визначається як інвестиційна привабливість підприємства.

Методи вирішення проблеми. Існуючі підходи до оцінки інвестиційної привабливості підприємства потребують удосконалення, зокрема урахування особливостей вітчизняного економічного середовища, розвитку фінансового ринку тощо.

На основі проведеного аналізу теоретико-методологічних підходів до оцінки інвестиційної привабливості підприємства можна виділити два концептуально різні підходи [2].

За першим підходом інвестиційна привабливість підприємства ґрунтується на аналізі фінансових показників його діяльності. За другим підходом інвестиційна привабливість підприємства визначається рівнем недооцінки вартості його цінних паперів.

На сучасному етапі розвитку економіки України більш доцільним є проведення оцінки інвестиційної привабливості підприємства на основі аналізу фінансових показників його діяльності [5].

У межах даного підходу всі методики можна систематизувати за двома ознаками: за масштабом та за обсягом аналізованих факторів впливу. В залежності від масштабу оцінки можна виділити методики комплексного та вибіркового аналізу. Вибірковий підхід до оцінки

інвестиційної привабливості передбачає аналіз одного або декількох аспектів діяльності підприємства, комплексний – передбачає оцінку максимальної їх кількості.

Для оцінки інвестиційної привабливості підприємства інвестором визначається набір нормованих і тенденційних показників та здійснюється їх ранжирування за ступенем важливості оцінки кожного показника для інвестора. В результаті для кожного показника, що оцінюється, встановлюється ваговий коефіцієнт.

На другому етапі оцінки обирається найбільш інвестиційно привабливе підприємство на основі методу еталонного підприємства: визначаються найкращі серед розрахованих за всіма підприємствами значення за кожним показником, який бере участь в оцінюванні. Ці значення приймаються за еталонні. Сукупність еталонних значень відповідатиме показникам підприємства-еталона. Після чого розраховується рейтинг підприємства, що характеризує ступінь відповідності фактичних значень виробничо-господарських показників кожного підприємства, які беруть участь в оцінюванні, показникам еталонного підприємства (1):

$$R_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} k_i * \left(1 - \frac{P_{i(j)}^{f}}{P_{i(e)}}\right)^2} \rightarrow min, \qquad (1)$$

де R_j – узагальнюючий розрахунковий показник рейтингової оцінки фінансового стану та виробничо-господарської діяльності j-го підприємства; $P^{f}_{i(j)}$ – фактичне значення і-го показника j-го підприємства; $P_{i(e)}$ – значення і-го показника підприємства-еталона; k_i – ваговий коефіцієнт для і-го показника; n – кількість оцінюваних і-тих показників j-го підприємства; j – порядковий номер досліджуваного підприємства.

Спираючись на методику рейтингової оцінки інвестиційної привабливості підприємства І.Д. Скляр та Ю.М. Шкодіної [4], наведену попередньо, здійснимо певні модифікації, адаптувавши її основні положення з метою практичного застосування. Це викликано тим, що дійсно еталонного підприємства для порівняння знайти дуже важко в умовах, що склалися наразі у вітчизняній економіці, а певні показники з запропонованих розрахувати неможливо внаслідок відсутності реально діючого фондового ринку та форми власності досліджуваного підприємства.

Але, взявши за основу поділ показників фінансового стану на нормовані показники та тенденційні, уточнимо їх перелік, а замість даних еталонного підприємства визначимо оптимальні або рекомендовані значення для кожного показника, спираючись на літературні джерела [3, 1] По показниках, для яких не існує нормативів наприклад, показники рентабельності, за оптимальне значення рекомендуємо брати дані поточних та перспективних планів, які ставить перед собою підприємство.

Запропонований нами підхід передбачає окремо оцінки інтегрального показника за кожною групою для більш точної уяви по даних нормованих та тенденційних показників та остаточний розрахунок інтегрального показника як середньозваженої від отриманих на попередньому етапі.

Крім того, для цілей оцінки нами використовуватиметься наступна модифікована модель (2) для розрахунку рейтингового числа:

$$R = \sum_{i=1}^{n} k_i * \frac{P_i^{f}}{P_i^{Norm}} \quad \rightarrow \ max, \qquad (2)$$

де P_i^{f} – фактичне значення і-го показника, який входить до складу рейтингової оцінки; P_i^{Norm} – нормативне, або планове значення відповідного і-го показника; k_i – вага і-го коефіцієнта у загальному підсумку.

Ці модифікації застосовані по наступних причинах. По-перше, для рейтингової оцінки обрані показники, позитивною динамікою яких є зростання – тому функція має максимізуватися, а не мінімізуватися. По-друге, всі значення показників передбачаються такими, що мають позитивне значення, що дозволяє позбавитися квадратного кореня та піднесення у ступінь.

Висновки. Отже, запропонована модель інтегральної рейтингової оцінки інвестиційної привабливості підприємства дозволяє визначити на підставі найбільш вагомих показників фінансового стану підприємства, відібраних з урахуванням їх ваги, ступінь наближеності інвестиційної привабливості до оптимальної, яка оцінюється на рівні 1.

Список використаної літератури

[1]Єпіфанов А. О., Дехтяр Н. А., Мельник Т. М. Оцінка кредитоспроможності та інвестиційної привабливості суб`єктів господарювання: монографія / за ред. А. О. Єпіфанова. Суми : УАБС НБУ, 2007. 286 с.

[2]Мелень О.В., Стригуль Л.С. Інноваційні та інвестиційні процеси на промислових підприємствах України: сучасний стан і передумови розвитку : монографія. Харків : ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014. 376 с.

[3]Мошенський С.З., Олійник О.В. Економічний аналіз: підручник. Житомир : ПП “Рута”, 2007. 704 с.

[4]Скляр І.Д., Шкодіна Ю.М. Рейтингова оцінка фінансового стану як складова оцінки інвестиційної привабливості підприємства // Механізм регулювання економіки, 2009, № 2. С. 249 – 253.

[5]Соколова Л.В. Фінансова привабливість підприємства: оцінка та перспективи застосування // Актуальні проблеми економіки. 2005. №6(48).

Розділ 2.

Управління, обробка та захист інформації

UDC 004.04

BASIC PRINCIPLES OF RSA AND ASYMMETRIC CRYPTOGRAPHY

Umirbekov K.R., Ismailova R.T. (22230661@turan-edu.kz; r.ismailova@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

I*nformation management, processing and protection are critical aspects in the modern digital world. This article examines the problem of information security, based on the importance of confidentiality and data integrity. We will also look at how the RSA algorithm can solve these problems and present the results of our research.*

Introduction

With the growing volume of digital data, information management and protection are becoming more urgent tasks. Data confidentiality is especially important, as well as data integrity during transmission. The problems of data leakage and unauthorized access are becoming more and more serious challenges for business and the state. In this article, we will explore how the RSA algorithm can solve these problems.

Basics of the RSA algorithm

RSA (Rivest–Shamir–Adleman) is an asymmetric encryption algorithm that is based on the principles of mathematics and number theory. It works on the basis of two keys - public and private. The public key is used to encrypt the data, while the private key is used to decrypt it. This makes RSA an ideal tool for ensuring confidentiality and data integrity.

The cryptographic system with the RSA public key is based on the complexity of the problem of factorization of the product of two large primes. The operation of exponentiation modulo a large number is used for encryption. To decrypt (reverse operation) in a reasonable time, it is necessary to be able to calculate the Euler function of a given large number, for which it is necessary to know the decomposition of the number into prime factors. In a cryptographic system with a public key, each participant has both a public key (public key) and a private key (private key). In the RSA cryptographic system, each key consists of a pair of integers. Each participant creates his own public and private key independently. The private key is kept secret by each of them, and the public keys can be shared with anyone or even published.

The public and private keys of each participant in the exchange of messages in the RSA cryptosystem form a "consistent pair" in the sense that they are mutually inverse. That is, for any valid public and private key pairs (p,s), there are corresponding encryption functions Ep(x) and decryption Ds(x) such that for any message $m \in M$, where M is the set of valid messages, $m=Ds(Ep(m))=Ep(Ds(m))$.

Key transfer

Suppose Bob wants to send Alice information. If they decide to use RSA, Bob must know Alice's public key in order to encrypt the message, and Alice must use her private key to decrypt the message. To allow Bob to send his encrypted messages, Alice passes her public key to Bob via a secure but not necessarily secret route. Alice's private key is never shared with anyone(Figure 1).

Encryption

Suppose Bob wants to send Alice a message m. Messages are integers in the range from 0 to n−1, that is, $m \in \mathbb{Z}n$. Algorithm:

- Take Alice's public key (e,n)
- Take the plaintext m
- Encrypt the message using Alice's public key: c=E(m)=pow(m, e) mod n(1)

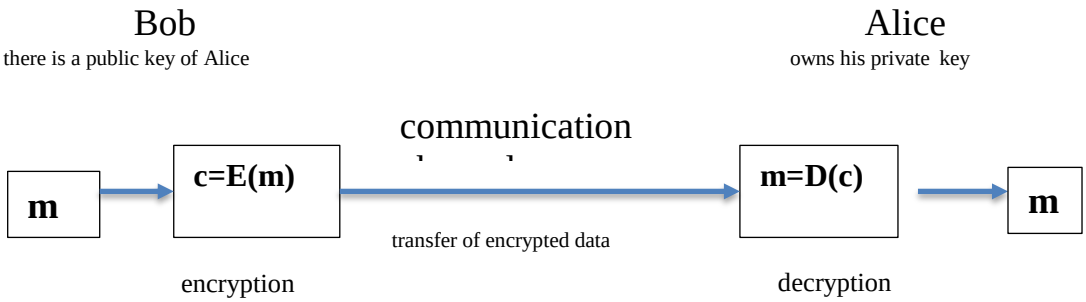


Figure 1

Decryption

Algorithm:

- Accept encrypted message C
- Take your private key (d,n)
- Apply the private key to decrypt the message: m=D(c)=math.pow(c, d) mod n(2)

Methods:

Information security issues

-Before considering how RSA solves security problems, let's define them. The main problems are:

- Leakage of confidential data;
- The possibility of unauthorized access to data;
- Data integrity violation during transmission.

-The role of the RSA algorithm in solving problems

The RSA algorithm provides a data encryption mechanism that ensures data confidentiality and integrity. This happens through asymmetric encryption, where data is encrypted with a public key and decrypted only with a private key. This provides protection against unauthorized access.

Research;.

Banking security

The banking sector is often at risk of financial fraud. RSA is used to ensure the security of bank transactions and protect the financial data of customers.

Protection of bank transactions:

Banks process a huge number of financial transactions every day, and ensuring the security of these transactions is a top priority. The RSA algorithm is used to encrypt data transmitted between customers and banks during financial transactions. When customers interact with banking sites or applications, the RSA algorithm provides a secure connection and protection of sensitive data such as account numbers and passwords.

Client authentication.

One of the key problems in the banking sector is the authentication of customers. The RSA algorithm also plays an important role in the authentication process. Customers can use RSA keys to verify their identity when accessing their financial data. This prevents unauthorized access to bank accounts.

Digital signatures.

In the banking sector, digital signatures using the RSA algorithm are an important part of security. Banks can use digital signatures to confirm the authenticity and integrity of documents and transactions. It also provides protection against counterfeiting and fraud.

Client data protection.

Banks store a lot of sensitive customer data, such as social security numbers, credit histories and other personal information. RSA is used to encrypt and protect this data when it is stored in databases. This helps prevent data leaks and unauthorized access.

Multi-factor authentication

Many banks are implementing multi-factor authentication to provide an additional level of security. The RSA algorithm can be used to generate temporary one-time passwords (OTP), which customers must provide in addition to their password when logging in. This makes the authentication process more reliable.

Results and conclusions.

The RSA algorithm plays a critical role in ensuring security in the banking sector. It ensures confidentiality, data integrity, customer authentication and fraud protection. The security of banking data is of paramount importance for the trust of customers and the stability of the financial system.

REFERENCES:

1. Schneider, B. (1995). Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C. Wiley.
2. Stallings, W. (2017). Cryptography and Network Security: Principles and Practice. Pearson.
3. Menezes, A. J., Van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. (1996). Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.

УДК 004.056

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВРАЗЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРИ ТЕСТУВАННІ НА ПРОНИКНЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ OSINT

Болтач С.В., Миронов І.В (boltach.svetlana@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Дослідження присвячено розробці процесу оцінки вразливості соціальної інженерії для ідентифікації особистої інформації, яка може бути використана під час фішингових атак. Мета полягає в тому, щоб створити ефективний і дієвий процес ідентифікації цілей, виконати віртуальну розвідку цих цілей і створити індивідуальні фішингові атаки з використанням методів OSINT.

«Червоні команди» з кібербезпеки або «етичні хакери» наймаються організаціями для спроб злому систем задля оцінки вразливості безпеки за допомогою тестів на проникнення або оцінки екосистеми мережі. Ці вразливості можуть бути засновані на широкому спектрі програмних точок безпеки або конкретних вразливих процесах і системах. Такими можуть бути відкриті мережеві системи, неналежно навчені співробітники та навіть неправильні методи фізичної безпеки. Роботою організації стає посилення або підвищення безпеки цих потенційних точок збою на основі інформації, зібраної червоною командою після тесту на проникнення. Обсяг тесту на проникнення визначається на початку цього процесу та підписується організацією та червоною командою. Документ про обсяг перевіряє роботу, яку дозволено виконувати червоній команді, і захищає її від звернення з боку компанії, якщо особа стає відчуженою через процеси соціальної інженерії, яких дотримується червона.

Сучасні тенденції у використанні соціальної інженерії майже експоненціально зростали з кожним роком і продовжують зростати такими ж темпами. Ця проблема ще більше ускладнюється тим, що атака соціальної інженерії зазвичай поєднується з іншою частиною зловмисного коду, як-от програм-вимагачів або шкідливих програм. Через цю тенденцію до атак «чорних капелюхів» або зловмисних атак червоним командам частіше доручають використовувати атаки соціальної інженерії для оцінки вразливостей безпеки соціальної інженерії. Ця потреба потребує ефективного процесу, який червоні команди використовували б, щоб знаходити цілі в організації, яка наймає персонал, створювати спеціальні атаки та запускати атаки етично. Однак такий процес ще не розроблений і не випробуваний. Перш ніж червоні команди зможуть захистити свої організації, ці червоні команди потрібно навчити розпізнавати ці атаки, розуміючи найкращі практики, які використовують команди чорних капелюхів, піддаючи себе доступним інструментам і атакам.

Зараз доступно багато інструментів для створення атак соціальної інженерії. Найефективніші інструменти – безкоштовні та доступні для всіх осіб, які беруть участь у цих атаках (червоні команди, чорні капелюхи тощо). Розвідка по відкритим джерелам (OSINT) – це метод, який широко використовується в індустрії кібербезпеки на етапі розвідки ланцюжка кіберкількувань. Він визначається як інструмент, який передбачає збір, аналіз і використання даних із відкритих джерел для розвідувальних цілей.

Раніше OSINT використовувався як інструмент для відстеження та лову злочинців, моніторингу переміщень осіб і навіть для створення оглядів населення на основі публічних публікацій, але зараз він також використовується організаціями як інструмент збору даних для профілювання нових клієнтів або їхніх власних співробітників. Цей процес може бути використаний червоними командами для захисту своїх організацій або зловмисниками для компрометації своїх цілей. Проблема полягає в тому, що організації мають різні рівні ризику для соціальної інженерії через загальнодоступну інформацію, якою їхні співробітники діляться. OSINT, за умови ефективного використання, може скомпрометувати внутрішні мережі персоналу, надаючи червоним командам і чорним капелюхам доступ до особистих даних тих, хто може бути потенційною ціллю. Оскільки OSINT допомагає зібрати відповідні цільові дані, фішингова атака, створена за допомогою OSINT, повинна мати ефективніші результати.

Процес SiEVE (оцінка вразливості соціальної інженерії) – це набір кроків, призначених для того, щоб допомогти командам безпеки створювати та оцінювати загальні та спрямовані фішингові атаки. Цей процес допоможе ідентифікувати цілі, проводити їх розвідку та створювати власні фішингові атаки.

Мета дослідження полягала в ітераційній розробці SiEVE, щоб відповісти на запитання дослідження про те, як підвищити продуктивність (здатність ідентифікувати ключових осіб та особисту інформацію про них) та ефективність (час для проведення розвідки та атаки). Було створено комплексний літературний огляд, щоб спостерігати за процесами та ідеями, які зараз існують у галузі, і оцінювати, що потрібно червоним командам для успішного проведення тесту на проникнення соціальної інженерії. Учасників контрольної групи залучили до тестування процесу SiEVE, розділивши їх на групи «З SiEVE» та «Без SiEVE», розділені на три тридцятихвилинні секції. Дані, отримані від цих учасників, були зведені для порівняння двох груп. Очевидно, що використання простого процесу, такого як SiEVE, під час фази соціальної інженерії тесту на проникнення дасть ефективніші результати порівняно з відсутністю спеціального процесу.

Оскільки учасники мали найрізноманітніший рівень кваліфікації, можна сказати, що процес SiEVE допомагає навчити нових професіоналів із безпеки створювати ефективні та результативні фішингові атаки. Процес SiEVE робить це, беручи концепцію узгодженості та надаючи йому структуру, яка дозволяє професіоналу з безпеки, який навчається, отримувати швидкі та правильні результати. Цілі, які брали участь у дослідженні, визначили ефективність створених фішингових атак із використанням SiEVE як такі, що з більшою ймовірністю завоюють і використовують їх довіру, змусивши їх натиснути, завантажити або відповісти.

Список використаних джерел:

[1] Ansari F., Akhlaq M., Rauf A. Social networks and web security: Implications on open source intelligence //2013 2nd National Conference on Information Assurance (NCIA). – IEEE, 2013. – С. 79-82.

[2] Koops B. J., Hoepman J. H., Leenes R. Open-source intelligence and privacy by design //Computer Law & Security Review. – 2013. – Т. 29. – №. 6. – С. 676-688.

[3] Tabatabaei F., Wells D. OSINT in the Context of Cyber-Security //Open Source Intelligence Investigation: From Strategy to Implementation. – 2016. – С. 213-231.

УДК 004.49

КІБЕРБЕЗПЕКА В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ

Бутенко Т. А. (buttan29@gmail.com)
Харківський державний біотехнологічний університет (Україна)

Зростаюча роль інформаційних технологій у сучасному світі ставить питання кібербезпеки в центр уваги. Україна, як і багато інших країн, стикається з кіберзагрозами, особливо з початком повномасштабного вторгнення, тому розгляд проблем у сфері кіберзахисту і надання пропозицій щодо їх вирішення є актуальним.

В епоху, якій притаманний постійний технологічний прогрес, значення кібербезпеки є вагомим. З кожним днем технологія відкриває як новаторські можливості, так і величезні виклики безпеці. Кібербезпека є однією з найбільш важливих та актуальних проблем, яка стоїть перед організаціями, суспільством та державами. Стрімкий розвиток інформаційних технологій та зростання кількості підключених до мережі пристроїв (понад 50 мільярдів) роблять кіберзагрози все більш небезпечними. Україна, як сучасна країна з розвиненою інформаційно-комунікаційною інфраструктурою, не є винятком і у зв'язку зі зростанням кількості кібератак стикається з загрозою втрати конфіденційної інформації, порушенням критично важливих інфраструктурних систем та кіберзлочинами, спрямованими на підрив національної безпеки.

У зв’язку з пандемією на COVID-19 відбулася стрімка цифровізація бізнесу та зросла популярність віддаленої роботи. За оцінками експертів, діджитал трансформація випередила час майже на сім років, а найновіші досягнення у сфері штучного інтелекту, хмарних та мобільних технологій створюють нові можливості для кіберзлочинців. За прогнозами Cybersecurity Outlook від Statista глобальні збитки від кіберзлочинності зростуть з 11,50 трлн доларів у 2023 році до 23,84 трлн доларів у 2027 році, тобто більш ніж удвічі [1].

За результатами досліджень Центру двопартійної політики (Bipartisan Policy Center, BPC) виділено основні макроризики, яких слід остерігатися у найближчі роки, а саме: зміна геополітичного середовища; прискорення гонки кібернетичних озброєнь; глобальні економічні виклики; дублюючі, суперечливі та суб'єктивні регуляторні норми; вразлива інфраструктура; брак інвестицій; неготовність до кризових ситуацій; дефіцит кадрів [2].

Започаткована у 2007 р. тодішнім Генеральним секретарем МСЕ (Міжнародна спілка електрозв'язку) доктором Хамадуном Туре Глобальна програма кібербезпеки стала основою для міжнародного співробітництва, спрямованого на підвищення довіри та безпеки в інформаційному суспільстві, в ній для прийняття конкретних заходів, спрямованих на обмеження кіберзагроз, визначено п’ять основних напрямів, а саме: правові заходи; технічні та процедурні заходи; організаційні структури; програми підвищення компетентності; міжнародне співробітництво [3].

Щодо правових заходів, українські владні структури зробили впливові кроки у цьому напрямі. Зокрема, було прийнято ряд законів, що регулюють діяльність у сфері кібербезпеки (ЗУ 2663-VIII «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України», 2017 р.; Указ Президента України № 447/2021 «Про стратегію кібербезпеки України», 2021 р.), створено державні структури, які займаються цим питанням та здійснюють підтримку розвитку кібербезпекової інфраструктури (Державна служба спеціального зв’язку та захисту інформації України).

З початком повномасштабного вторгнення питання кібербезпеки є одними з пріоритетних і критично важливих у розвитку нашої країни, однак однією з проблем цифрової безпеки є недостатня увага на державному рівні, також залишається низка питань, які необхідно вирішувати і на міжнародному рівні. 16 травня цього року Україна офіційно приєдналася до Центру НАТО з питань співробітництва в галузі кіберзахисту (CCDCOE). Біля штаб-квартири центру НАТО в Таллінні офіційно піднято Державний прапор України, що знаменує офіційне приєднання України до центру. Це дуже важливий крок у системі забезпечення протидії кіберзлочинності в умовах війни, тому що держава потребує більш досконалої стратегії, яка б враховувала не тільки економічну та соціальну складові, а також і військову [4].

Усвідомлення важливості кібербезпеки в бізнес-середовищі зростає, компанії посилюють заходи щодо кіберзагроз, однак не кожна компанія може дозволити собі створення власного відділу інформаційної безпеки, тому важливим є розвиток кібербезпекової інфраструктури, що включає створення центрів кібербезпеки. Останнім часом різко виріс попит на послуги Центрів моніторингу інформаційної безпеки (Security Operation Centers або SOC), які вирішують питання з кібербезпеки на організаційному та технічному рівнях, забезпечують спостереження, виявлення та реагування на спроби кібератак в режимі реального часу. Співпраця з SOC для малого та середнього бізнесу є найвигіднішим з економічної точки зору рішенням.

Актуальною є проблема підготовки кадрів з питань безпеки. Держспецзв’язку опікується не тільки формуванням і реалізацією державної політики у сфері кіберзахисту, а також відповідає за підготовку спеціалістів, які мають відповідати вимогам сьогодення. Одним з напрямів вирішення цього питання є реорганізація системи вищої освіти, тому що зараз абітурієнтам, яких цікавить робота, пов’язана із захистом інформації, доступна лише одна спеціальність 125 “Кібербезпека та захист інформації”. Але її стандарти не повною мірою забезпечують майбутнім фахівцям той

рівень знань та практичних навичок, необхідних на сучасному ринку праці, тому необхідним є розширення переліку освітніх можливостей у співпраці з МОН.

Створення кваліфікаційних центрів – ще один з напрямів вирішення проблеми насичення ринку праці фахівцями з кібербезпеки, що наддасть їм можливість складати професійні іспити і виходити на ринок праці, а також задовольнити попит роботодавців саме на ті кадри, яких вони потребують. Окрім проведення профільних іспитів, кваліфікаційні центри зможуть також надавати освітні послуги. Тому Держспецзв'язку підтримує ініціативи щодо заснування сертифікаційних центрів на базі навчальних закладів та приватних компаній [5].

Існує переконання, що єдиним вирішенням проблеми кібербезпеки є технологічні засоби. Однак, без свідомого впровадження культури кібербезпеки серед населення, що включає навички і усвідомлення загроз, і є ключовою складовою успішного захисту від кібератак, технічних засобів може бути недостатньо. На сьогодні постає проблема низького рівня свідомості та обізнаності суспільства щодо кіберзагроз та кіберзахисту. Необхідно підвищувати рівень цифрової грамотності населення, розвивати культуру безпечного поводження у кіберпросторі. Інформаційні компанії, навчальні програми та тренінги повинні спрямовуватися на надання основних знань та навичок з кібербезпеки.

Успіх в галузі кібербезпеки вимагає тривалої роботи, спільних зусиль усіх сторін і постійного моніторингу кіберпростору для виявлення нових загроз та реагування на них, особливо зараз, коли в країні йде війна.

Список використаної літератури:

1. Cybercrimes expected to skyrocket until 2027 [Infographic] [Онлайн]. Доступно: https://propertyupdate.com.au/cybercrimes-expected-to-skyrocket-until-2027/ [Дата звернення: 14 жовт. 2023].

2. Top Risks in Cybersecurity 2023 [Онлайн]. Доступно: https://bipartisanpolicy.org/report/top-risks-cybersecurity-2023/ [Дата звернення: 14 жовт. 2023].

3. Global Cybersecurity Agenda (GCA) [Онлайн]. Доступно: https://www.itu.int/en/action/cybersecurity/Pages/gca.aspx [Дата звернення: 14 жовт. 2023].

4. Україна офіційно вступила до кіберцентру при НАТО [Онлайн]. Доступно: https://www.pravda.com.ua/news/2023/05/16/7402456/ [Дата звернення: 14 жовт. 2023].

5. Кібербезпека в Україні: шляхи розвитку та можливості [Онлайн]. Доступно: https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3704093-kiberbezpeka-v-ukraini-slahi-rozvitku-ta-mozlivosti.html [Дата звернення: 14 жовт. 2023].

УДК [004.056:37.015]:378.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ У ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТАХ

Владімірова В.Б., Селіванова А.В. (vladimirova.v.b@gmail.com, av_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В тезах розглянуто актуальність підвищення якості ІТ-освіти, за допомогою моніторингу освітньо-професійних програм спеціальностей галузі 12 «Інформаційні технології», та імплементації у освітні компоненти методів та засобів реалізації політики безпеки інформації.

За останні роки (пандемія COVID-19 та воєнний стан) українська ІТ-галузь показала неспинний зріст та свою перспективність. Згідно з даними які наведені в [1] у 2021 році український ІТ-сектор зріс на 36% у порівняння з 2020 роком. А у період січень-травень 2022 року експортний дохід галузі досягнув $3,1 млрд., що доводить динаміку зростання галузі під час повномасштабного вторгнення росії в Україну. Ріст ІТ-ринку тільки стимулює попит на спеціальності пов'язані з кар'єрою ІТ-фахівця, зокрема на спеціальності галузі 12 Інформаційні

технології. Це підтверджується кількістю заяв на спеціальності галузі Інформаційні технології, які подані минулого року. За даними інформаційної системи «Вступ.ОСВІТА.UA» ця галузь зайняла друге місце за кількістю поданих заяв [1].

Однак наразі в Україні спостерігається дефіцит ІТ-фахівців, кількість спеціалістів, які виходять на ринок праці, поступається попиту ринку. І як зазначено в інформаційно-аналітичні матеріалах, щодо бачення реформи ІТ-освіти в Україні [2], ця тенденція буде тільки зростати та у 2030 році може досягнути 231 тисячі фахівців з інформаційних технологій. Для того, щоб підготувати конкурентоспроможного ІТ-фахівця необхідно врахувати три групи вимог [1, 3]:

1) вимоги, які надходять з зовнішнього середовища (запити суспільства та економіки);

2) вимоги, які озвучує професійне середовище, якому необхідні працівники відповідного рівня;

3) вимоги, що формуються на основі стандарту вищої освіти.

Досі особливо гостро стоїть питання зв'язку ІТ-освіти та ІТ-індустрії та впливу на цю взаємодію освітніх та професійних стандартів [4]. Це ще раз підтверджує, що для успішної підготовки ІТ-фахівця необхідно враховувати світовий освітній досвід, запити суспільства, проводити інтегрування професійних стандартів у освітні та спиратися на думки експертної спільноти. Для цього необхідний постійних моніторинг освітньо-професійних програм (ОПП) з метою наближення змісту освітніх компонентів (ОК) до сучасних тенденцій, потреб професійного середовища та роботодавців, таким чином підвищуючи якість викладання.

Підчас підготовки фахівців спеціальностей галузі 12 «Інформаційні технології» необхідно багато уваги приділяти питанням організації захисту інформації в інформаційних (автоматизованих – АС) системах різних типів. Під терміном «захист інформації в АС» згідно з [5] розуміється діяльність, яка повинна бути спрямована на забезпечення безпеки, по-перше, інформації, що оброблюється, по-друге, системи в цілому, щоб запобігти загрозам та знизити величину потенційних збитків внаслідок реалізації загроз. Діяльність з захисту інформації повинна мати за мету збереження її основних властивостей:

1) властивість інформації бути захищеною від несанкціонованого ознайомлення (конфіденційність);

2) властивість інформації бути захищеною від несанкціонованої зміни або знищення (цілісність);

3) властивість інформації, при якої звернення за отриманням даних можуть здійснюватися безперешкодно (доступність).

Тобто захист інформації, згідно з Законом України «Про інформацію» [6], визначає діяльність (заходи правові, адміністративні, організаційні, технічні та інші), яка повинна забезпечувати збереження, цілісність, належний порядок доступу до інформації.

В будь яких організаціях, будь-якої форми власності та напрямку діяльності повинні існувати правила, рекомендації, обмеження, інструкції які визначають порядок оброблення, розповсюдження та захисту інформації (політика безпеки інформації) [5].

Керування політикою безпеки спирається на сукупність програмно-апаратних засобів, які забезпечують реалізацію політики безпеки інформації (комплекс засобів захисту – КЗЗ) [5]. Структура КЗЗ складається з наступних компонентів: керування доступом; реєстрація й облік (аудит); ідентифікація й автентифікація; забезпечення цілісності; криптографічні функції; антивірусний захист [7].

Під час дослідження проводився аналіз освітніх компонентів освітньо-професійних програм першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей галузі знань 12 «Інформаційні технології» представлених в Одеському національному технологічному університеті. Аналіз публікацій [8], [9], [10] показав, що під час моніторингу ОПП необхідно враховувати вплив на розв'язання поставленої задачі програмних компетентностей та програмних результатів навчання, експертних думок та міждисциплінарні зв'язків. Також доречно вводити ваги ОК, програмних компетентностей та програмних результатів навчання, визначених експертним шляхом.

Визначений підхід дозволить проводити моніторинг освітньо-професійних програм, щодо відповідності їх всім групам вимог для підготовки успішного та затребуваного ІТ-фахівця. Та надавати рекомендації, щодо удосконалення освітніх програм та освітніх компонентів.

Список використаної літератури

[1] Y. Sikora, “Standardization of it education at the present stage: A comparative aspect”, Scientific Bull. Uzhhorod University. Series: «Pedagogy. Social Work», № 1(52), с. 195–201, черв. 2023. doi: https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.52.195-201

[2] “Бачення реформи ІТ-освіти в Україні та пропозиції до дорожньої карти з її реформування”, Центр економічного відновлення, Київ, Інформаційно-аналітичні матеріали, верес. 2021. Дата звернення: 15 Серп. 2023. [Онлайн]. Доступно: https://bit.ly/3ldHpAg

[3] Я. Сікора, “Система професійної підготовки сучасного ІТ-фахівця”, у Сучасні цифр. технології та інновац. методики навчання: Досвід, тенденції, перспективи, матеріали X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф, 10 листоп. 2022–11 листоп. 2023. Тернопіль, 2022, с. 24–27.

[4] T. Kovalyuk та O. Chaikovska, “Educational programs and professional standards in the it field as factors of development of it education”, Adv. Inf. Syst., т. 2, № 2, с. 53–60, серп. 2018. doi: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.09

[5] Затверджено наказом ДСТСЗІ СБ України. (1999, 28 квіт.). НД ТЗІ 1.1-003-99 № 22, Термінологія в області захисту інформації в комп’ютерних системах від несанкціонованого доступу. [Онлайн]. Доступно: https://cip.gov.ua/ua/news/normativni-dokumenti-sistemi-tzi

[6] Україна, Верховна Рада України. (1992, 2 жовт.). Постанова Верховної Ради України № 2658-XII, Про введення в дію Закону України "Про інформацію". [Онлайн]. Доступно: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2658-12#Text

[7] М. В. Грайворонский та О. М. Новіков, Безпека інформаційно-комунікаційних систем. Київ: Вид. група BHV, 2009.

[8] О. Нестеренко та С. Проскура, “Порівняльний аналіз освітніх програм в галузі інженерії програмного забезпечення”, Inf. Technol. Soc., № 2 (4), с. 70–77, серп. 2022. doi: https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.10

[9] L. L. Omelchuk та N. G. Rusina, “Comparing of educational programs in terms of achievement of competencies and learning outcomes of compulsory educational components”, Bull. Taras Shevchenko Nat. Univ. Kyiv. Series: Phys. Math., № 3, с. 129–136, 2021. doi: https://doi.org/10.17721/1812-5409.2021/3.25

UDC 004.4’6

INVESTIGATION OF THREAD RACE PROBLEM IN MULTITHREADED PROGRAMS

Zhulkovska I.I.[1], Zhulkovskyi O.O.[2], Sheiko M.A.[1], Vokhmianin H.Ya.[2] (olalzh@ukr.net)
[1]University of Customs and Finance (Ukraine),
[2]Dniprovsky State Technical University (Ukraine)

One of the main challenges in implementing multithreaded programs in modern multi-core and multiprocessor systems is the race condition that arises when threads share data. This work addresses the thread race problem in the implementation of resource-intensive tasks with parallel access to shared data using appropriate synchronization mechanisms. A multithreaded algorithm for implementing a typical task of processing large data arrays with protection of the critical area in concurrent programs running on multiprocessor and multi-core systems has been developed and investigated.

One of the directions to enhance the performance of computer hardware, efficient use of its resources, processing large volumes of data, and supporting the growing demands of modern information systems is the use of multiprocessor and multi-core computing systems, ensuring faster and more efficient parallel resolution of individual resource-intensive tasks. Computer software is also adapted and improved to meet the requirements of use on such advanced systems. Parallel techniques, such as parallel algorithms, parallel databases, and parallel programming, are becoming increasingly important for ensuring optimal performance of modern information systems.

The challenges of studying synchronization methods and resource management in multithreaded environments, developing new methods and tools for parallel programming with the creation of efficient

multithreaded cross-platform programs, optimizing algorithms and architectures for scalable computing are current tasks.

The purpose of this work is to address the thread race problem in multithreaded computing of resource-intensive tasks with parallel access to shared data using appropriate synchronization mechanisms, such as mutexes.

The thread race problem is considered using the example of solving a typical task of finding the sum of elements of a super-large array in multithreaded mode.

The algorithm for solving this task is implemented in C++ in the Microsoft Visual Studio 2022 IDE using the std::vector class – a dynamic array from the STL (Standard Template Library). The standard std::thread class is used to create and manage threads in the program. Each thread is responsible for a certain segment of the array for which it calculates the sum of elements in a specially developed function with execution timing. The standard std::mutex class is used to solve the thread race problem in critical areas of code.

As a result, a multithreaded algorithm has been developed to implement a typical task of processing super-large data arrays with protection of the critical area to prevent the thread race problem using mutexes; the performance of the developed algorithm was investigated with a significant (10^8–10^9 elements) amount of processed data and a variable (1–14) number of computing threads; a concept was developed for further application of effective approaches to data protection in concurrent programs implemented on multiprocessor and multi-core systems.

It was found that solving the thread race problem in the considered task on a modern PC with an Intel Core i7-12700H processor slows down the program execution by approximately 10 times when increasing the array size in the aforementioned range. Increasing the number of used threads from 2 to 14 in this case slows down the application implementation by approximately 4 times, regardless of the amount of data processed.

The use of the obtained developments, together with other advanced software tools to increase computational performance, will contribute to the development of effective computer models of technological processes and systems.

UDC 004.65

RESEARCH ON THE DETECTION OF SQL INJECTION ATTACKS BASED ON THE STRING MATCH APPROACH

A.Kopp (andrii.kopp@khpi.edu.ua)
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (Ukraine)

Abstract. *This paper focuses on the problem of detecting and preventing SQL (Structured Query Language) injection attacks. Recent studies in this area are analyzed and the most common type of SQL injection attack is examined. The string match approach already known from related work on SQL injection detection is used to answer the question – which special characters can be used to detect and prevent SQL injection attacks when analyzing HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) traffic. Several null hypotheses are tested and the subset of characters with the strongest impact is used to build the regular expression for malicious SQL code detection.*

Problem statement. One of the Top 10 Web Application Security Risks recognized by OWASP (Open Web Application Security Project) [1] is SQL (Structured Query Language) Injection Attacks, often known as SQLIA. Intruders utilize SQLIA, malicious behavior, or policy violations, to attack online applications in order to get access to protected information without authorization or even take over the database server [2]. Authors of [3] claim that SQLIA is a type of cyber-attack that takes use of breaches in web applications that relate to database-stored data. As a result, hackers may purposefully alter SQL queries to compromise database security. It is made feasible by taking advantage of weak security measures used by the online application or DBMS (Database Management System) and SQL syntax flaws [3].

One of the most dangerous and regular online application threats is an injection, which happens when an intrusive party modifies, deletes, or queries data from a DBMS server. Database integrity, availability, and security may be compromised by SQLIA. Therefore, detecting and preventing SQL injection attacks is a pertinent yet established study area [4]. The diverse cyber-attack patterns and strategies employed by hackers make it difficult to identify SQLIA despite the frequency of attacks and the wealth of studies in this field [5].

Paper [6] asserts that attackers typically take advantage of the WHERE clause, which governs the dataset results requested from the database. The SQL commands SELECT (to query tables), UPDATE (to edit records), and DELETE (to delete records) all support the use of a WHERE condition. This kind of attack, an example of which is shown in Fig. 1 [6], is typically referred to as a tautological SQLIA or boolean-based SQL injection [7].

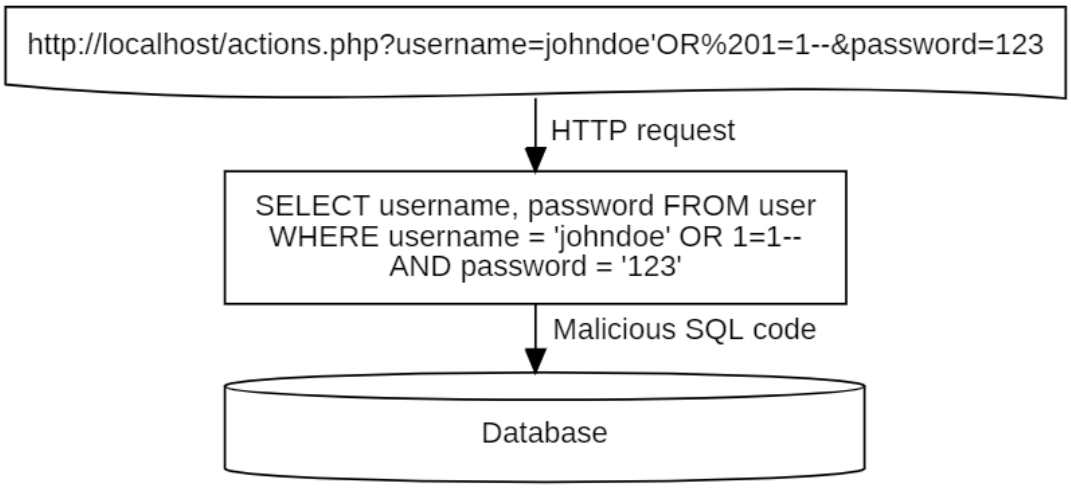


Figure 1 – Tautological SQLIA and query string illustration [6]

As demonstrated in Fig. 1, such a malicious SQL query injects the second, always TRUE condition "1 = 1" via the logical OR operator, forcing the web application to deliver a result. The database server will not process the remaining portion of this SQL query, which comes after the comment symbols "--". As a result, the updated SQL query produces a new outcome that is unrelated to the accuracy of the user name or password.

As a result of this, authors of [7] take into account particular symbols used to create SQLIA code in order to identify such cyber-attacks (Table 1).

Table 1 – Symbols typically used to create SQLIA code

Type	Characters
String	'
Comment	--, #, /*, */
Wildcard	%
Terminator	;
Concatenate	+, ||
Assignment	=
Comparison	>, >=, <, <=, ==, <>, !=

Thus, this study aims to answer the following research question – which special characters could signalize the presence of SQL injection attacks in the HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) traffic?

Solved tasks. Therefore, to answer this research question, it is necessary to test the following null hypothesis:

– for string characters – H0,1: There is no correlation between string characters and SQLIA;

– for comment characters – H0,2: There is no correlation between the presence of comment characters and SQLIA;

– for wildcard characters – H0,3: There is no correlation between the presence of wildcard characters and SQLIA;

– for terminator characters – H0,4: There is no correlation between the presence of terminator characters and SQLIA;

– for concatenate characters – H0,5: There is no correlation between the presence of concatenate characters and SQLIA;

– for assignment characters – H0,6: There is no correlation between the presence of assignment characters and SQLIA;

– for comparison characters – H0,7: There is no correlation between the presence of comparison characters and SQLIA.

Research results. To perform the necessary experiments, let us use "HttpParamsDataset" that represents values which can be found as values of parameters in HTTP requests [8]. This dataset includes 31067 records, which are divided into two categories [8]:

– benign records (19304 items designated as normal);

– suspicious records (11763 items tagged as anomalies).

Out of 31067 records, 10852 records are labeled as "sqli" – these are SQL injection attacks.

Therefore, this dataset [8] was processed to detect the presence of different special characters in the HTTP request parameters analyzed. The final dataset, which was used to test the hypotheses formulated, includes the following fields (Fig. 2)

– query – the HTTP request string;

– string – the number of string characters occurred in the HTTP request string;

– comment – the number of comment characters occurred in the HTTP request string;

– wildcard – the number of wildcard characters occurred in the HTTP request string;

– terminator – the number of terminator characters occurred in the HTTP request string;

– concatenate – the number of concatenate characters occurred in the HTTP request string;

– assignment – the number of assignment characters occurred in the HTTP request string;

– comparison – the number of comparison characters occurred in the HTTP request string;

– test – indicates whether the HTTP string is suspicious for SQLIA (1) or not (0).

	query	string	comment	wildcard	terminator	concatenate	assignment	comparison	test
436	1' where 6406=6406;select count(*) from rdb$fields as t1,rdb$types as t2,rdb$collations as t3,rdb$functions as t4--	1	1	0	1	0	1	0	1
437	1) and 8514=(select count(*) from domain.domains as t1,domain.columns as t2,domain.tables as t3) and (4666=4666	0	0	0	0	0	1	0	1
438	-3136%') or 3400=6002	1	0	1	0	0	1	0	1
439	1) where 7956=7956 or sleep(5)#	0	1	0	0	0	1	0	1
440	-7387'))) order by 1--	1	1	0	0	0	0	0	1

Figure 2 – Fragment of the created dataset

Using the logistic regression classification algorithm [9], there was found the "concatenate" variable has a p-value (0.347) greater than 0.05 (the alpha significance level). Therefore, it is clear that there is no correlation between the presence of concatenate characters and SQLIA and accept the null hypothesis H0,5. However, the p-value of the other variables is 0 (< 0.05), which allows us to reject the remaining hypotheses H0,1 – H0,4 and H0,6 – H0,7.

Conclusion. This paper addressed the problem of SQLIA detection. The different types of SQLIAs were discussed and the string match approach was considered for detecting SQLIAs. In addition, the meaningful features for SQLIA detection were defined. Therefore, the future machine learning models for SQLIA detection could be based on the selected features except "concatenate".

References

[1] OWASP, “OWASP Top Ten,” *Owasp.org*, 2021. https://owasp.org/www-project-top-ten/

[2] T. Singh and B. Aksanli, “Real-time Traffic Monitoring and SQL Injection Attack Detection for Edge Networks,” *Proceedings of the 15th ACM International Symposium on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks*, Nov. 2019, doi: https://doi.org/10.1145/3345837.3355952.

[3] S. Bhardwaj and M. Dave, “SQL Injection Attack Detection, Evidence Collection, and Notifying System Using Standard Intrusion Detection System in Network Forensics,” *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, pp. 681–692, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/978-981-33-4968-1_53.

[4] M. Alghawazi, D. Alghazzawi, and S. Alarifi, “Detection of SQL Injection Attack Using Machine Learning Techniques: A Systematic Literature Review,” *Journal of Cybersecurity and Privacy*, vol. 2, no. 4, pp. 764–777, Sep. 2022, doi: https://doi.org/10.3390/jcp2040039.

[5] D. Lu, J. Fei, and L. Liu, “A Semantic Learning-Based SQL Injection Attack Detection Technology,” *Electronics*, vol. 12, no. 6, p. 1344, Mar. 2023, doi: https://doi.org/10.3390/electronics12061344.

[6] “Applied Machine Learning predictive analytics to SQL Injection Attack detection and prevention,” *ieeexplore.ieee.org*. https://ieeexplore.ieee.org/document/7987433 (accessed Oct. 11, 2023).

[7] O. C. Abikoye, A. Abubakar, A. H. Dokoro, O. N. Akande, and A. A. Kayode, “A novel technique to prevent SQL injection and cross-site scripting attacks using Knuth-Morris-Pratt string match algorithm,” *EURASIP Journal on Information Security*, vol. 2020, no. 1, Aug. 2020, doi: https://doi.org/10.1186/s13635-020-00113-y.

[8] “HttpParamsDataset,” *www.kaggle.com*. https://www.kaggle.com/datasets/evg3n1j/http-paramsdataset (accessed Oct. 11, 2023).

[9] A. Roberts and J. M. Roberts, *Multiple Regression*. SAGE Publications, 2020.

УДК 004.932

КВАНТУВАННЯ ТРАНСФОРМАНТ ДВОВИМІРНИХ ОРТОГОНАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ УЩІЛЬНЕННІ ЗОБРАЖЕНЬ

Майданюк В. П., Матвійчук О. В. (maidaniuk2000@gmail.com, 888sasha@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Розглянуто особливості квантування трансформант двовимірних ортогональних перетворень при ущільненні зображень. Показано, що збільшення коефіцієнта ущільнення може бути досягнуто через векторне квантування трансформант дискретного ортогонального перетворення (Уолша-Адамара, ДКП та інших). Ідеальними для вирішення завдань векторного квантування є нейронні мережі, що самоорганізуються, запропоновані фінським вченим Т. Кохоненом (Self-Organizing Feature Map – SOFM).

Зростання складності систем обробки даних сприяє безперервному збільшенню потоку інформації, який прямує до центрального процесору, пристроїв відображення чи в канали зв’язку. Досить часто така інформація відрізняється значною надлишковістю, що в свою чергу веде до нераціонального використання обладнання. З метою полегшення роботи операційних пристроїв, зниження об’єму пам’яті і мінімізації смуги частот систем передачі, початкову інформацію у таких випадках бажано попередньо обробляти, для чого виконується ущільнення цієї інформації і одночасно перетворення у форму, зручну для подальшого використання в цифрових блоках.

Найбільшу складність викликає ущільнення зображень, оскільки необхідно обробляти масиви даних великих розмірів з високою швидкодією. Ущільнення зображень полягає в мінімізації кількості інформаційних елементів, які потрібні для представлення зображення. Відновлення зображення у попередню форму супроводжується, як правило, деякими спотвореннями.

Кодування на основі перетворень радикально відрізняється від класичних методів кодування, таких як імпульсно-кодова модуляція, кодування з передбаченням або з інтерполяцією, які

застосовуються безпосередньо до відеосигналу. Кодування на базі перетворень – непрямий метод. Зображення піддається унітарному математичному перетворенню, отримані в результаті коефіцієнти перетворення кантуються і ущільнюються статистичними методами [1-3].

На сьогодні розроблено ряд стандартів для кодування рухомих і нерухомих зображень. Це так звані стандарти JPEG (нерухомі зображення) та MPEG (рухомі зображення). В основу цих стандартів покладено дискретне косинусне перетворення (ДКП) та ентропійне кодування [1-4]. Однак, виконання ДКП, не дивлячись на наявність швидких алгоритмів, вимагає великої кількості множень на косинусну складову. Наприклад, для виконання ДКП фрагменту зображення 1x8 виконується 64 множення.

В цьому плані вигідно відрізняється від ДКП перетворення Уолша-Адамара, для реалізації якого потрібні лише операції додавання та віднімання. До того ж це перетворення може бути реалізоване з застосуванням тих же самих швидких алгоритмів, що і ДКП. В загальному випадку пряме і зворотне перетворення Уолша-Адамара для фрагменту зображення розміром NxN визначається так [5]:

$$[F(u, v)] = \frac{1}{N}[H(u, v)][f(x, y)][H(u, v)]^T, \quad (1)$$

$$f(x, y) = \frac{1}{N}[H(u, v)]^T[F(u, v)][H(u, v)], \quad (2)$$

де [f(x,y)] - відліки початкового зображення,
[H(u,v)] - матриця Адамара порядку N,
[F(u,v)] - трансформанта перетворення Уолша-Адамара сигналу f(x,y),
(x,y) - координати, що визначають розташування відліку на площині початкового фрагменту,
(u,v) - узагальнені частоти в області трансформанти.

Незалежно від типу дискретного ортогонального перетворення коефіцієнт ущільнення і якість відновленого зображення залежать від вирішення задачі квантування трансформант цього перетворення (ДКП, Уолша-Адамара або іншого). Звичайно квантування виконується шляхом цілочислового ділення кожного коефіцієнта перетворення на свій «коефіцієнт квантування».

Одним з підходів до оптимізації квантування коефіцієнтів дискретного ортогонального перетворення є метод векторного квантування, який раніше не використовувався на практиці через великі обчислювальні затрати. Ідея векторного квантування є дуже простою. Зображення розбивається на квадратні блоки, наприклад 2x2, 4x4 або 8x8. Кожен блок розглядається як вектор у 4-вимірному, 16-вимірному або 64-вимірному просторі. З цього простору вибирається обмежена кількість векторів, що утворюють кодову книгу, але так, щоб з найбільшою точністю апроксимувати вектори, що вилучаються з вхідного зображення. У канал зв'язку або файл записуються номери векторів з кодової книги, що мають найменшу відстань від векторів, що вилучаються з вхідного зображення, і сама кодова книга. Оскільки векторів у кодовій книзі значно менше загальної кількості векторів у вхідному зображенні, то для представлення номера вектора витрачається менше біт, чим для початкового вектора. За рахунок цього і досягається ущільнення.

Загальна схема кодування наведена на рис. 1. Пряме ДОП (дискретне ортогональне перетворення) і цілочислове квантування виконуються аналогічно JPEG. Після виконання групування коефіцієнти однакової частоти утворюють у двовимірному масиві даних блоки однакової частоти, елементи яких можуть мати близькі значення, що підвищує точність векторного квантування. На етапі кодування найбільш доцільним є застосування арифметичного кодування, оскільки цей метод забезпечує найкращий коефіцієнт ущільнення серед відомих методів ущільнення без втрат (рис. 1).

Ідеальними для розв'язання задач векторного квантування є нейронні мережі, запропоновані фінським ученим Т. Кохоненом, а саме, мережа у вигляді двовимірної карти Кохонена [6-8]. Карта Кохонена має дві важливих властивості, що використовуються при ущільненні зображень методами векторного квантування. По-перше, вона дуже схожа на інші методи векторного квантування, що застосовують при ущільненні зображень з втратами, а по-друге близьким кластерам вхідних векторів відповідають близько розташовані нейрони цієї мережі, що збільшує ефективність ущільнення без втрат на наступному етапі кодування. Карта ознак Кохонена, що сама організується (Self-Organizing Feature Map – SOFM) має набір вхідних елементів, кількість

яких відповідає розмірності вхідних векторів і набір вихідних елементів, які служать в якості прототипів.

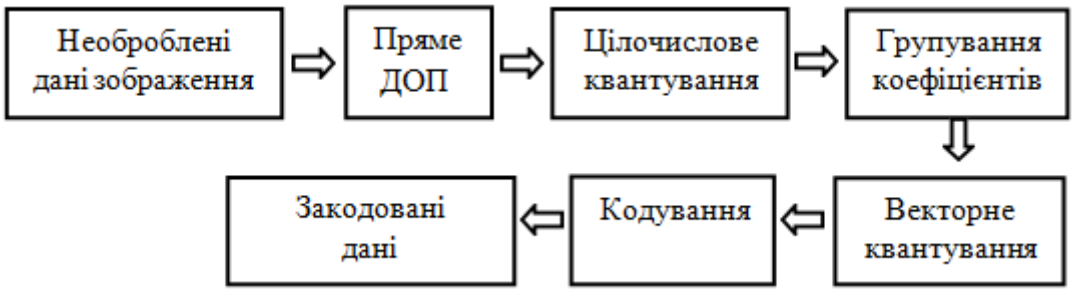


Рисунок 1 – Загальна схема кодування з векторним квантування трансформант

Базова архітектура мережі SOFM наведена на рис.2. Вихідні елементи називаються кластерними елементами. Кластерні елементи або кодові слова розміщуються у виді одно або двовимірного масиву. Звичайно кількість кластерних елементів значно менша у порівнянні з кількістю навчальних зразків, що і дає можливість використовувати SOFM як векторний квантувач.

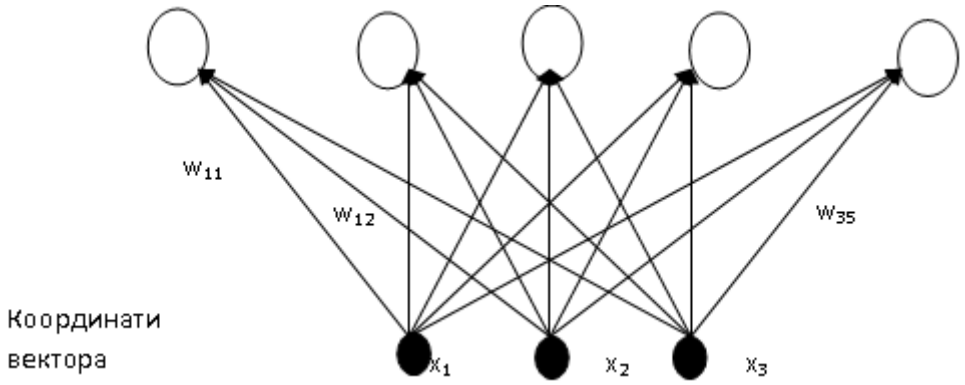


Рисунок 2 - Базова архітектура мережі SOFM

Кожний нейрон представляється ваговими коефіцієнтами w_{ij}. Після навчання ця мережа може апроксимувати вектори вхідного простору найкращим способом. Алгоритм навчання мережі такий [7]:

1. Ініціалізувати вагові коефіцієнти випадковими значеннями.
2. Для кожного кластерного елемента обчислити відстань до навчального вектора:
$$d_j = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2 \qquad (3)$$
3. Найти кластерний елемент j для якого d_j мінімально.
4. Для кластерних елементів із круга заданого радіуса з центром в j елементі обновити вагові коефіцієнти згідно формули:
$$w_{ij}(n+1) = w_{ij}(n) + \eta(n)[x_i - w_{ij}(n)], \qquad (4)$$
де η - норма навчання, x_i – координата навчального вектора.
5. Обновити норму навчання η і радіус при необхідності і повторити пункти 1-5 для наступного навчального вектора.

Норма навчання з часом змінюється. Вона може, наприклад, мати значення 0,9, а потім змінюватись лінійно до деякого фіксованого значення, наприклад 0,01, після чого залишатися незмінною. Радіус також спочатку вибирається достатньо великим, щоб обновлялись всі елементи. З часом радіус зменшується і в кінці повинен обновлятись тільки сам елемент-переможець.

Список використаної літератури

[1] Компресія даних, зображень та звуку / Д. С. Саломон. - К.: Видавництво "Наш формат", 2014. - 352 с.
[2] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.- М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
[3] Формати та алгоритми стиснення зображень у дії: Навчальний посібник /Дж. Міано. - К.: Видавництво "Нова Книга", 2006. - 256 с.
[4] Международный стандарт JPEG (ISO/IEC 10918-1).
[5] Майданюк, В. П. Обробка сигналів: навчальний посібник / В. П. Майданюк, А. М. Пєтух. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144 с.
[6] Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
[7] Майданюк В. П., Кожем'яко К. В., Арсенюк І. Р. Нейроподібні методи ущільнення зображень. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009.- № 1(17) – С. 37-41.
[8] Кожем'яко В. П., Майданюк В.П., Хіллес Шаді Мазін. Ущільнення зображень за допомогою нейронних мереж // Прикладна серія: Збірник наукових праць. Наука і молодь. - К.: НАУ. - 2004. – С. 71-74.

УДК 004.056:355.451]:004.75

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СЕРВІСУ SAAS

Пономаренко В.Ю. (volodymyr.ponomarenko@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В тезах розглядаються актуальні проблеми збереження кібербезпеки в хмарних технологіях. Розглянуто особливості роботи програм SaaS. Проаналізовано методи безпеки SaaS, які можна реалізувати, щоб отримати більш захищену і безпечну роботу з цим додатком.

Особливість програм SaaS (software as a service) полягає в тому, що вони значною мірою залежать від постачальників хмарних послуг. Оскільки такі програми використовують хмарні платформи для розміщення, експлуатації та розповсюдження свого продукту, будь-яка атака на хмарну інфраструктуру також може пошкодити службу. Співвідношення загроз безпеці SaaS зображено на рис. 1 (інформація взята з відкритих джерел).

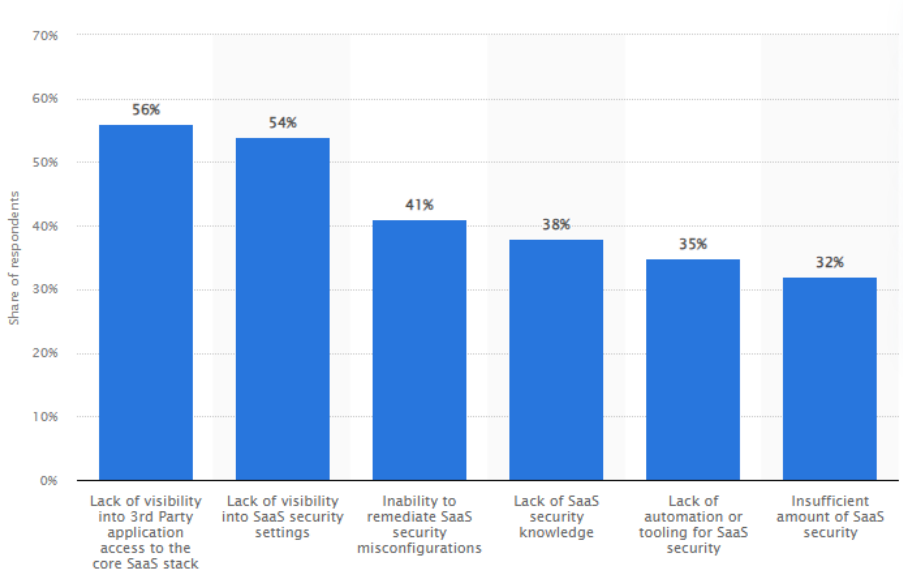


Рис. 1 – Відсоткове співвідношення загроз безпеки SaaS

Хмарна кібератака або злом означають, що постачальник SaaS постраждає від втрати даних, несанкціонованого доступу, втрати доходів, шкоди репутації, DDoS-атак та будь-яких інших проблем, яких ви намагалися уникнути. Тому впровадження найкращих практик безпеки SaaS має вирішальне значення для безперебійної роботи вашого продукту та послуги. В даній роботі розглянуті деякі з них [1].

1. Контроль та управління доступом. Управління доступом користувачів має вирішальне значення для інфраструктури SaaS, оскільки хочемо обмежити несанкціонований доступ, дозволяючи всім дійсним користувачам використовувати сервіс/продукт. Тому цю частину може бути складно контролювати без належних методів автентифікації користувача.

2. Проблеми конфіденційності даних. Забезпечення повної безпеки даних та запобігання втраті даних може бути утруднено через часті атаки на платформи хмарного хостингу. Втрата даних також може бути викликана випадковим видаленням та системними збоями, і ми можемо боротися з цим, використовуючи регулярне резервне копіювання.

3. Сторонні проблеми. Часто додатку SaaS будуть потрібні послуги сторонніх компаній (наприклад, обробка платежів, хостинг тощо). Однак, якщо стороння програма зазнає атаки, інтеграція може вплинути на вашу службу, якщо її не перевірити, не протестувати і не відстежити.

4. Безперервний моніторинг. Постачальники SaaS повинні вкладати кошти у безперервний моніторинг, щоб своєчасно виявляти та усувати атаки безпеки SaaS. Однак часте регулювання та моніторинг можуть бути складними та вимагати значних ресурсів.

5. Обмежений контроль. З додатками SaaS користувачі повинні довіряти постачальникам свої дані, оскільки вони не мають прямого контролю над ними. І оскільки більшість цього керується постачальниками послуг, користувачі повинні відмовитися від цього контролю.

6. Уразливості та загрози. Управління програмою SaaS може бути утруднено через різні атаки, що проводяться хакерами для використання вразливостей служби. Це створює серйозну проблему в управлінні безпекою даних для SaaS.

7. Поінформованість про безпеку освітніх даних. Навчання співробітників безпеки послуг може значно підвищити шанси на успіх. Програма Saas може навіть відчувати труднощі через ненавмисні інсайдерські витоки, з якими можна ефективно боротися, навчаючи співробітників уникати випадкових помилок.

8. Швидке зростання та масштабування. Використання хмари для розміщення програм SaaS має ряд переваг. І це дозволяє керувати поширенням послуг, масштабуванням та зростанням продукту. Однак швидке зростання може залишити вразливі місця, якими необхідно керувати ефективніше.

9. Вразливості та загрози. Управління програмою SaaS може бути ускладнено через різні атаки, що проводяться хакерами для використання вразливостей служби. Це створює серйозну проблему в управлінні безпекою даних для SaaS.

Розглянемо деякі з передових методів безпеки SaaS, які можна реалізувати, щоб отримати більш захищену і безпечну роботу з додатком SaaS:

1. Розширене шифрування даних. Зашифровані дані необхідні захисту інформації про клієнтів від стеження та інших форм перехоплення. Це запобігає компрометації конфіденційних записів та деталей у разі спроби витоку даних.

2. Тестування безпеки. Регулярне тестування та аудити безпеки необхідні, щоб гарантувати, що програма SaaS захищена від зовнішніх та внутрішніх загроз. Ці тести на проникнення допомагають підтримувати системи в актуальному стані і виявляти потенційні вразливості, які можна виправити до того, як хакер подумає про їх використання.

3. Управління доступом на основі ролей. RBAC (Role Based Access Control), або керування доступом на основі ролей, керує входами в систему співробітників та користувачів, щоб обмежити доступ до конфіденційної інформації. Таким чином, якщо користувачеві не потрібна інформація, вона буде недоступна. Доступ повинен контролюватись та оновлюватись, щоб запобігти несанкціонованому доступу.

4. Видалення даних. Інфраструктура SaaS потребує належних політиків, щоб уникнути загроз безпеки у разі втрати даних. Для забезпечення безперебійної роботи сервісу потрібне регулярне резервне копіювання та відновлення даних.

5. Управління інцидентами. Постачальники SaaS повинні витрачати час та ресурси на розробку належних політик управління інцидентами, щоб гарантувати, що у разі порушення

безпеки чи атаки ситуація буде усунута та проблема буде усунута ефективно. Наявність надійного плану реагування на інциденти завжди допомагає.

6. Безпечна розробка SaaS. Що стосується розробки SaaS, ми повинні впроваджувати код із використанням методів безпечного кодування, щоб обмежити кількість вразливостей, введених у систему на даному етапі.

7. Моніторинг. Завдяки безперервному моніторингу програм SaaS ви можете виявляти підозрілу активність у режимі реального часу. Це може заощадити компаніям багато зусиль та стресу, тому що вони можуть бачити та усувати загрози до того, як вони стануть небезпечними.

8. Віртуальні приватні мережі або приватні хмари. Приватні хмари та віртуальні приватні мережі можуть забезпечити кращу безпеку та конфіденційність даних, оскільки вони будуть доступні меншій кількості систем. Сьогодні VPN широко використовуються для анонімного доступу до служб та для шифрування трафіку, щоб обмін даними між користувачем та програмою SaaS залишався безпечним. Різні розширені протоколи VPN, такі як WireGuardVPN, OpenVPN тощо сьогодні використовуються для забезпечення безпечного зв'язку між серверами.

9. Навчання та навчання співробітників. Ще одна важлива практика для підвищення безпеки SaaS – інформування співробітників та клієнтів про передові методи кібербезпеки. Такі програми навчання та підвищення обізнаності можуть допомогти краще виявляти фішингові електронні листи, атаки соціальної інженерії та інші потенційні загрози. Крім того, вони також можуть допомогти вам розробити досконаліший план реагування.

10. Права користувача та багатофакторна автентифікація. Використання двофакторної або багатофакторної аутентифікації (відомої як 2FA або MFA) може допомогти додати рівень для входу користувача, щоб гарантувати, що жоден зловмисник не спробує отримати доступ до служби [2].

Висновки.

В роботі були розглянуті основні аспекти управління безпекою SaaS, від шифрування даних до аудиту безпеки.

Вкрай важливо пам'ятати, що управління безпекою – це не одноразова річ, а поступовий та безперервний процес, що забезпечує регулярні оновлення безпеки та аудити.

Застосовуючи розглянуті методи безпеки, можна захистити свою програму SaaS від сучасних хмарних кібератак.

Список використаної літератури

[1] Vijayarani Mohan, Sharmila Sathyanathan (2015). Research in Cloud Computing-An Overview, International Journal of Distributed and Cloud Computing. https://doi.org/10.21863/ijdcc/2015.3.1.002.

[2] Lizhe Wang, Gregor von Laszewski, Andrew J. Younge (2010). Cloud Computing: a Perspective Study, New Generation Comput. 28, pp. 137-146, https://doi.org/10.1007/s00354-008-0081-5.

УДК 004.056:355.451]:004.75

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО БЕЗПЕКИ ХМАРНИХ ПРОГРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ DEVSECOPS

Пономаренко В.Ю. (volodymyr.ponomarenko@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В тезах розглядаються актуальні проблеми забезпечення безпеки в хмарних середовищах за допомогою методології DevSecOps.

DevSecOps – це практика інтеграції тестування безпеки на кожному етапі процесу розробки програмного забезпечення. Ця методологія включає в себе інструменти та процеси, які використовуються для створення ефективного та безпечного програмного забезпечення, коли за безпеку відповідають усі, хто створює програмний продукт. Оскільки організації продовжують

переміщувати свої програми у хмару, вони також повинні забезпечити їх безпеку. DevSecOps – це підхід до безпеки, який може допомогти організаціям захистити свої хмарні програми від кіберзагроз.

Проаналізувавши роботи [1, 2] можна зробити наступні рекомендацій щодо захисту хмарних програм за допомогою DevSecOps.

1. Автоматизуйте тестування безпеки. Одним із найважливіших аспектів DevSecOps є автоматизація тестування безпеки. Необхідно регулярно проводити автоматичне сканування безпеки, щоб переконатися, що програми не містять вразливостей. Автоматизоване тестування безпеки повинно включати статичний аналіз коду, динамічне тестування безпеки програм та керування конфігурацією безпеки.

2. Використовуйте інструменти безпеки. Організації повинні використовувати інструменти безпеки, щоб допомогти їм виявляти та усувати проблеми безпеки. Приклади інструментів безпеки включають сканери безпеки, аналізатори коду та рішення для забезпечення безпеки контейнерів. Ці інструменти можуть допомогти організаціям сканувати свої програми на наявність потенційних вразливостей та розробляти стратегії їх усунення.

3. Впровадження методів безпечного кодування: методи безпечного кодування повинні бути включені до процесу розробки, щоб забезпечити безпеку додатків. Практики безпечного кодування включають перевірку введення, безпечну аутентифікацію та безпечне керування сеансами.

4. Моніторинг виробничих середовищ. Виробничі середовища слід відстежувати щодо будь-яких підозрілих дій чи потенційних вразливостей. Групи безпеки повинні бути попереджені, якщо виявлена будь-яка підозріла активність, і мають бути здатними вжити негайних заходів для вирішення проблеми.

Дотримуючись цих рекомендацій DevSecOps, організації можуть забезпечити захист своїх хмарних програм від потенційних кіберзагроз. Для організацій важливо бути в курсі найкращих практик безпеки, щоб забезпечити безпеку своїх додатків.

Автоматизація хмарних DevSecOps за допомогою інфраструктури як коду – це ефективний спосіб розгортання безпечних та надійних хмарних програм. Використовуючи інструменти «інфраструктура як код» (IaC), організації можуть автоматизувати процес розгортання та управління хмарними програмами, щоб забезпечити безпеку та відповідність вимогам своїх додатків.

IaC – це практика використання коду для визначення та управління конфігурацією IT-інфраструктури, такої як мережі, сервери та програми. Використовуючи IaC, організації можуть досить швидко та легко розгортати свої хмарні програми та керувати ними. Використовуючи IaC організації можуть визначати та розгортати свою хмарну інфраструктуру за допомогою коду, при цьому гарантуючи, що їхні програми будуть послідовно налаштовані та безпечні.

За допомогою IaC організації можуть автоматизувати процес DevSecOps або інтегрувати безпеку в процес розробки програмного забезпечення. Використовуючи IaC, організації можуть забезпечити безпеку своїх програм протягом усього процесу та на всіх етапах розробки. Це дуже важливо для хмарних програм, оскільки хмарні програми зазвичай складаються з декількох компонентів, які необхідно безпечно налаштовувати та керувати ними.

IaC також дозволяє організаціям швидко та легко розгортати власні хмарні програми та керувати ними. Використовуючи IaC, організації можуть автоматизувати процес розгортання своїх хмарних програм та керування ними, гарантуючи, що їхні програми будуть надійно налаштовані та оновлені.

IaC – це важливий інструмент для організацій, які прагнуть безпечно розгорнути свої хмарні програми та керувати ними. Використовуючи IaC, організації можуть забезпечити надійне налаштування та актуальність своїх додатків, а також автоматизацію процесів DevSecOps. За допомогою IaC організації можуть швидко та легко розгортати свої хмарні програми та керувати ними, при цьому забезпечуючи високий рівень безпеки та відповідність вимогам своїх додатків.

Перехід до хмарних технологій DevSecOps є складним та важливим завданням для різних організацій по всьому світу. У зв'язку зі швидкими змінами в технологіях компаніям тепер доводиться знаходити способи безпечного розгортання своїх програмних додатків, а також стежити за тим, щоб їхні групи безпеки були в курсі останніх передових методів безпеки.

Хмарний підхід DevSecOps – це поєднання розробки, безпеки та експлуатації, яке допомагає організаціям швидко та безпечно переміщати програми. Це дозволяє організаціям швидко розгортати програми без шкоди для безпеки, але все ще є кілька проблем, які необхідно вирішити, щоб зробити його успішним [3].

Однією з найбільших проблем є інтеграція безпеки в конвеєр DevSecOps. Це вимагає зміни мислення та культури, оскільки групи безпеки повинні навчитися працювати з командами розробки та експлуатації, щоб забезпечити безпечне розгортання програм. Крім того, організації повинні забезпечити належне навчання фахівців з безпеки новітніх передових методів та технологій безпеки, а також розуміння того, як правильно використовувати їх у конвеєрі DevSecOps.

Ще одна проблема, з якою стикаються організації, – пошук правильних інструментів та технологій для конвеєра DevSecOps. З поширенням нових технологій та інструментів може бути важко визначити, які з них підходять до роботи. Організації повинні оцінити свій поточний стан безпеки та визначити конкретні інструменти та технології, які найкраще відповідають їхнім потребам.

Нарешті, організації повинні забезпечити належне обслуговування та моніторинг конвеєра DevSecOps. Це включає регулярне тестування та виправлення будь-яких вразливостей, а також забезпечення того, щоб конвеєр DevSecOps відповідав останнім передовим методам забезпечення безпеки.

Висновки.

В роботі були розглянуті основні аспекти безпеки хмарних програм з використанням методології DevSecOps. Проблеми, пов'язані з хмарним розгортанням DevSecOps, можуть бути на перший погляд складними, але при правильному підході організації можуть успішно безпечно та ефективно розгортати програми. Витративши час на правильну інтеграцію безпеки, визначення правильних інструментів та технологій та забезпечення належного обслуговування конвеєра DevSecOps, організації можуть забезпечити безпеку та швидке розгортання своїх додатків.

Список використаної літератури

[1] Ribeiro M. Learning DevSecOps. Integrating Continuous Security Across Your Organization / M. Ribeiro, D. Matthew., 2022. – 180 с.

[2] Джин Кім, Джез Хамбл, Патрік Дебуа, Джон Вілліс. Посібник із DevOps. Україна. Видавництво Фабула, 2023, С. 384.

[3] Jason Carolan, Steve Gaede. Introduction to Cloud Computing Architecture. Santa Clara : Sun Microsystems, Inc., 2009. P. 40.

УДК 004.056:355.451]:004.75

АНАЛІЗ АТАК ПРОГРАМ-ШАНТАЖИСТІВ У MICROSOFT AZURE

Пономаренко В.Ю. (volodymyr.ponomarenko@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В тезах розглядаються основні можливості та засоби захисту MICROSOFT Azure від атак із застосуванням програм-шантажистів, а також наводяться рекомендації щодо їх профілактичного використання для захисту ресурсів у хмарі Azure.

Атаки із застосуванням програм-шантажистів стали однією з найсерйозніших проблем безпеки, які стоять сьогодні перед бізнесом. У разі успіху атаки програм-шантажистів можуть призвести до відключення IT-інфраструктури бізнес-ядра і призвести до руйнування, що може мати виснажливий вплив на фізичну та економічну безпеку або безпеку бізнесу. Атаки із застосуванням програм-шантажистів націлені на підприємства всіх типів. Тому всім компаніям необхідно вживати профілактичних заходів для забезпечення захисту [1].

Атаки на ресурси відбуваються так, що атакуючи хмарну інфраструктуру, зловмисники часто атакують кілька ресурсів, щоб спробувати отримати доступ до даних клієнтів або секретної інформації компанії. Модель ланцюжка порушення хмарної безпеки пояснює, як зловмисники намагаються отримати доступ до будь-якого ресурсу в загальнодоступній хмарі за допомогою чотирьох етапів: зовнішній вплив, доступ, бічне усунення та дії.

Зовнішня дія полягає в тому, що зловмисники шукають можливості для отримання доступу до вашої інфраструктури. Наприклад, вони знають, що програми для клієнтів мають бути відкриті для доступу з боку добропорядних користувачів. Ці програми доступні в Інтернеті і тому вразливі до атак.

Як правило, зловмисники намагаються скористатися вразливістю, щоб отримати доступ до інфраструктури загальнодоступної хмари. Це може досягатися за рахунок скомпрометованих облікових даних користувачів, скомпрометованих екземплярів або неправильно налаштованих ресурсів.

На етапі бічного усунення зловмисники визначають, яких ресурсів вони мають доступ і якому рівні. Успішні атаки на екземпляри надають зловмисникам доступ до баз даних та інших конфіденційних відомостей. Згодом зловмисник шукає додаткові облікові дані. Дані, отримані з Microsoft Defender для хмари, показують, що за відсутності засобів безпеки, здатного швидко повідомляти про атаки, для виявлення порушень в організаціях потрібно в середньому 101 день. Тим часом, протягом всього 24–48 годин після порушення зловмисник зазвичай отримує повний контроль над мережею.

Дії, що виконуються зловмисником після бічного усунення, багато в чому залежать від ресурсів, до яких він зміг отримати доступ на етапі бічного зміщення. Результатом таких дій можуть бути крадіжка даних, втрата даних або запуск інших атак. Для підприємств середній розмір фінансових збитків від втрати даних наразі наближається до 1,23 млн дол. США (інформація взята з відкритих джерел).

Жертвами атак із застосуванням програм-шантажистів часто стають вразливі підприємства. Нижче наведено деякі з основних факторів успіху таких атак.

– Вразлива зона розширюється, оскільки компанії пропонують дедалі більше послуг через цифрові канали.

– Дуже просто отримати готові шкідливі програми за моделлю “програми-шантажисти як послуга” (RaaS).

– Оплата викупу криптовалютою відкриває нові перспективи для зловмисників.

– Розширення комп'ютерів та їх використання на різних робочих місцях (місцеві шкільні округи, відділення поліції, поліцейські автомобілі тощо), кожне з яких є потенційною точкою доступу для шкідливих програм, що призводить до потенційної атаки.

– Поширеність старих та застарілих інфраструктурних систем та програмного забезпечення.

– Погано налагоджене керування виправленнями.

– Застарілі або дуже старі операційні системи з періодом підтримки, що минув або закінчується.

– Нестача ресурсів для модернізації IT-середовища.

– Нестача знань.

– Відсутність кваліфікованого персоналу та надмірна довіра ключових співробітників.

– Ненадійна архітектура безпеки.

Зловмисники використовують різні прийоми, наприклад, атака методом підбору протоколу віддаленого робочого столу (RDP), для використання вразливостей [2].

Вплив атаки програми-шантажиста на організацію важко піддається кількісній оцінці. Залежно від області та типу цей вплив може бути багатоаспектним.

– Втрата доступу до даних.

– Переривання бізнес-операцій.

– Фінансові збитки.

– Крадіжка інтелектуальної власності.

– Підрив довіри клієнтів та зіпсована репутація.

Компанія “Colonial Pipeline” виплатила близько 4,4 млн дол. США, щоб розблокувати свої дані. До цієї суми не входять витрати через простої, втрати продуктивності, втрачені продажі та відновлення роботи служб (інформація взята з відкритих джерел).

Висновки.

У більш широкому плані серйозні інциденти надають опосередкований вплив на багато інших підприємств та організацій усіх видів, включаючи місцеві міські служби. Фінансові наслідки також є дуже серйозними. Згідно з прогнозами корпорації Майкрософт, витрати на відновлення від атак програм-шантажистів у 2023 році досягнуть 20 млрд дол. США. Враховуючи це, посилення власних засобів захисту від програм-шантажистів в Azure та вжиття відповідних заходів дозволять організаціям ефективно запобігати, виявляти та блокувати потенційні атаки із застосуванням програм-шантажистів на ресурси Azure.

Список використаної літератури

[1] Захист від програм-шантажистів в Azure. URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/security/fundamentals/ransomware-protection. (Дата звернення 01.10.2023).

[2] Microsoft Azure Well-Architected Framework. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/azure/well-architected/ (дата звернення: 04.10.2023).

УДК 004.056

КІБЕРАТАКИ НА ДЕРЖАВНОМУ РІВНІ: ВАЖЛИВІТЬ БОРОТЬБИ ТА ДОСВІД КРАЇН

Радзіховська А.О. (radzikhovska.a@donnu.edu.ua)
Січко Т.В. (t.sichko@donnu.edu.ua)
Донецький національний університет імені Василя Стуса (Україна)

Розглянуто важливість протидії кібератакам на державному рівні, загострення ситуації з інформаційною безпекою в Україні з початком війни та досвід різних країн у боротьбі та зміцнені інформаційного фронту.

21 сторіччя вважається цифровим сторіччям, адже на кожному кроці ми стикаємось з використанням комп’ютерів, смартфонів, електронних сервісів, цифрових додатків та інше. Так, з однієї сторони, це допомагає швидко та ефективно задовільнити ті чи інші потреби, роблячи життя простішим. Проте, окрім цих переваг є свої недоліки. А саме: шантаж та шахрайство, можливість втрати або спотворення даних, електронний шпіонаж стали чи не головними викликами сучасної безпеки. За статистикою у світі кожного року з’являється близько 100 тисяч нових вірусів [1]. За цим стоять так звані кіберзлочинці головна мета яких – несанкціонований злом та викрадення персональної інформації, паролів та іншого.

Кібератакам піддаються не лише звичайні користувачі, але й відомі компанії, державні та банківські установи і т.ін. Наприклад, атака під назвою **«Титановий дощ»** тривала з 2003 по 2007 роки ймовірніше за все з провінції Гуандун в Китаї. У 2004 році американські федеральні слідчі виявили серії атак та проникнення у мережі відділів безпеки, енергетики та оборони, а також завантаження терабайтів даних. І хоча вважалося, що участь у кібершпигунстві взяли китайські військові, офіційний Пекін звинувачення відкинув. Атаки, пов’язані з «Титановим дощем» у 2007 році були також направлені на міністерство закордонних справ Великої Британії [2].

Отже, бачимо, що від таких атак не застрахований ніхто. Особливо із нинішньою ситуацією в нашій країні. За офіційною інформацією тільки у перші 6 місяці повномасштабної війни російською федерацією було здійснено 1123 кібератак. Державна служба спеціального зв’язку та захисту інформації України показали на які сектори найбільш здійснювались атаки (період від 24.02 по 24.08) [3]:

- уряд і місцеві органи влади – 260;
- сектор безпеки та оборони – 154;
- комерційні організації – 83;

- фінансовий сектор – 72;
- інше – 554.

На кінець 2022 року Служба безпеки України нейтралізувала понад 4,5 тис. кібератак та кіберінцендентів, про це заявив начальник департаменту кібербезпеки Ілля Вітюк.

Тому боротьба з кібератаками на рівні держави є дуже важливим завданням, оскільки кіберзлочинність є однією з найбільших загроз безпеці. Ось кілька причин, чому важливо боротися з кібератаками:

1. *Захист державної та приватної інформації.* Кібератаки можуть призвести до крадіжки, розголошення або втрати інформації, яка може бути важливою для держави або приватних підприємств. Це може призвести до серйозних наслідків, таких як: порушення національної безпеки, економічні збитки або шкоду репутації країни.
2. *Захист критично важливих інфраструктур*. Кібератаки можуть бути спрямовані на критично важливі інфраструктури, такі як: електричні мережі, транспортні системи, фінансові установи та інші. Якщо такі системи піддаються атакам, то це може призвести до великих збитків та навіть загрози життю людей.
3. *Збереження конфіденційності даних*. Кібератаки можуть бути спрямовані на компанії та установи, які зберігають конфіденційну інформацію, таку як: особисті дані клієнтів або медичні записи. Якщо дані стають доступні для зловмисників, це може призвести до порушення приватності та шкоди репутації компаній.
4. *Захист від кібершпигунства*. Кібератаки можуть бути спрямовані на отримання персональних даних від іноземних держав або злочинних організацій. Ця інформація може бути використана для шпигунства, впливу на політичні процеси або для економічної шкоди.
5. *Захист від кібертероризму*. Кібератаки можуть бути використані як зброя у терористичних актах, таких як напади на стратегічні об’єкти або для завдання економічних збитків. Боротьба з кібертероризмом вимагає розробки та впровадження ефективних заходів безпеки, які можуть запобігти таким нападам.
6. *Захист інтернет-простору*. Боротьба з кібератаками на рівні держави важлива для забезпечення безпеки інтернет-простору. Злочинні організації можуть використовувати інтернет для здійснення кібератак, а також для поширення шкідливого контенту, який може завдати шкоди користувачам.

З кібербезпекою пов'язано безліч проблем і держави з різним досвідом ведення боротьби з кібератаками мають різні підходи та рівні захисту. Ось деякі приклади [4]:

США: мають досвідчену та велику кібербезпекову команду, яка займається захистом держави від кібератак. Команда діє під егідою Національної безпекової агенції (National Security Agency) та координує свою діяльність з іншими державними органами. У США діє також Федеральне бюро розслідувань (FBI), яке займається виявленням та розслідуванням кіберзлочинів.

Китай: має велику кібербезпекову команду, але вона працює виключно на користь держави та контролюється Комітетом національної безпеки. Китайська команда активно відстежує активності громадян в Інтернеті та може блокувати доступ до певних сайтів.

Європейський Союз: створив Європейську агенцію з кібербезпеки (European Union Agency for Cybersecurity), яка координує заходи з підвищення кібербезпеки в країнах-членах. Кожна країна ЄС також має власні кібербезпекові органи, які координують свою діяльність з агенцією.

Отже, кожна держава має різний рівень досвіду та підходи до боротьби з кібератаками. Проте важливо зрозуміти, що кібербезпека – це глобальна проблема, яка потребує співпраці та координації зусиль держав усього світу. В цілому, боротьба з кібератаками на рівні держави є важливим завданням для забезпечення національної безпеки та захисту інформації. Розвиток кібербезпеки та впровадження ефективних заходів безпеки може допомогти зменшити ризики від кібератак та підвищити ступінь захищеності держави від кіберзагроз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Комп´ютерні віруси: загроза без кордонів. URL: https://life.pravda.com.ua/society/2010/03/26/44615/
2. Топ 10 найбільших кібератак десятиріччя. URL: https://tyzhden.ua/top-1o-najbilshykh-kiberatak-desiatyrichchia/

3. Офіційний телеграм канал державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України. URL: https://web.telegram.org/k/#@dsszzi_official
4. Огляд подій в сфері кібербезпеки, січень 2023. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.rnbo.gov.ua/files/2023/NKCK/Cyber%20digest_january_2023_fin.pdf

УДК 004.9

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ IT-КОМПАНІЙ В СФЕРІ ПРАВОВИХ ПИТАНЬ МІЖНАРОДНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Рейфман Р.В., Бодюл О.С. (romaronni1080@gmail.com, olbodyul@gmail.com),
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В роботі розглянуто важливі питання забезпечення успішної діяльності компаній на міжнародному ринку з дотриманням правових норм законодавства у країнах Європейського Союзу. Досліджено проблему існування значних відмінностей у стандартах міжнародного законодавства у різних країнах у сфері функціонування IT-компаній. Запропоновано створення програмного забезпечення для IT-компаній, що буде містити інформацію про закони, податки, ліцензії та інші зобов'язання.

Зростання глобалізації та міжнародної співпраці у сфері інформаційних технологій відкриває перед IT-компаніями широкі можливості та одночасно ставить перед ними складні завдання з дотриманням міжнародного законодавства. Однією з основних проблем є різниця в правових нормах та стандартах між різними країнами, що може викликати конфлікти і невизначеність у сфері регулювання. IT-компанії повинні уважно вивчати та адаптуватися до вимог різних юрисдикцій, а також брати до уваги питання щодо конфіденційності, захисту даних та кібербезпеки для забезпечення відповідності міжнародному законодавству та збереження довіри споживачів.

Крім того, міжнародна співпраця стає необхідною для вирішення проблем, пов'язаних із кіберзлочинністю та кібернападами. IT-компанії мають активно співпрацювати з правоохоронними органами та міжнародними організаціями для виявлення та припинення кіберзлочинів, а також для розробки спільних стратегій та стандартів для захисту інформації та кібербезпеки. У цьому контексті, забезпечення відповідності міжнародним стандартам та співпраця у сфері кібербезпеки стають важливими завданнями для IT-компаній у світлі зростаючого впливу технологій на сучасне суспільство та економіку.

IT-компанії на міжнародному рівні стикаються з численними правовими проблемами, які впливають на їхню діяльність. Однією з найважливіших проблем є авторські права. Захист інтелектуальної власності і права на програмне забезпечення є критично важливими для IT-компаній, оскільки порушення авторських прав може призвести до юридичних санкцій та фінансових втрат. Крім того, у зв'язку зі зростанням обсягів обробки персональних даних, компанії повинні дотримуватися суворих правил щодо захисту цих даних, особливо в контексті регуляторних вимог, таких як Загальний регламент з питань захисту даних (GDPR) в Європейському Союзі. Нарешті, патентні питання, зокрема патентна боротьба і порушення патентних прав, можуть стати проблемою, оскільки IT-компанії шукають способи захисту своїх технологічних розробок і інновацій в міжнародному конкурентному середовищі. Дотримання законодавства та залучення юридичної експертизи стають необхідними для розв'язання цих правових проблем і забезпечення успішної діяльності IT-компаній на міжнародному ринку.

Основним способом вирішити правові проблеми IT-компаній є створення програмного забезпечення, яке дозволяє знайти як і в якому регіоні варто розвивати і коригувати свою діяльність. Воно дозволяє визначити, яким чином і де доцільно розвивати бізнес з огляду на різноманітність правових зобов'язань. Основою такої системи може бути реєстр, що містить інформацію про закони, податки, ліцензії та інші зобов'язання, що застосовуються до IT компаній. Програмне забезпечення сприятиме аналізу цієї інформації, виявлення ризиків та можливостей, а

також надання рекомендацій. Ефективне використання системи допоможе економити ресурси компаній та покращити стратегічне планування. Важливо забезпечувати актуалізацію даних та забезпечувати безпеку інформації. Розробка та підтримка такої системи потребує участі фахівців з правових питань та програмістів. Вона може стати в пригоді як великим IT-компаніям, так і стартапам, допомагаючи дотримуватись законів та успішно розвиватись.

Посилання

[1] Ю. Когут, "Кібербезпека та ризики цифрової трансформації компаній", *Київ, Україна: Консалтингова компанія Сідкон*. 372 с, 2021.

[2] Т.В. Бачинський, Р.І. Радейко. "Основи IT-права", *Київ, Україна: Юрінком Інтер.* 244 с., 2022.

УДК 004.056.5

ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ У ПРАВОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Соменко О.О. (olenasmn@gmail.com)
Центральноукраїнський інститут розвитку людини
Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна» (Україна),
Соменко Д.В. (SomenkoD@gmail.com)
Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка (Україна)

На сьогодні велика частина нашого особистого життя і бізнесу стала залежною від технологій та інформаційних систем, тому захист персональних даних стає дедалі більш актуальною і важливою темою. Особиста інформація, яка може бути використана для ідентифікації конкретної особи, є цінним активом, і її конфіденційність та цілісність повинні бути гарантовані усіма правовими інформаційними системами. У цій роботі ми розглянемо основні аспекти захисту персональних даних у правових інформаційних системах та важливість цього питання в сучасному суспільстві.

Постановка проблеми. У нашому сучасному цифровому світі, де інформація стала ключовим ресурсом, правові інформаційні системи (ПІС) стали невід'ємною частиною роботи у сфері права і юриспруденції. Вони допомагають юристам, правознавцям та правозастосувачам збирати, організовувати, аналізувати та надавати доступ до величезної кількості юридичної інформації та документів. Однак, разом з безсумнівними перевагами використання ПІС, приходить і велика відповідальність за забезпечення конфіденційності та безпеки цієї інформації.

Захист персональних даних у правових інформаційних системах стає дедалі важливішим завданням, оскільки ці системи містять значну кількість конфіденційної та чутливої інформації про фізичних осіб, компанії, судові рішення, правові прецеденти та багато іншого. Втрати чи несанкціонований доступ до цієї інформації можуть призвести до серйозних наслідків, включаючи порушення приватності, фінансові втрати та юридичні наслідки.

Отже, **метою** нашої роботи є – розглянути важливість та ключові аспекти захисту персональних даних у правових інформаційних системах.

Результати дослідження. Захист персональних даних у правових інформаційних системах – це не тільки вимога законодавства, але й моральна та етична відповідальність перед користувачами цих систем та перед суспільством в цілому.

У багатьох країнах існують закони та регуляції, які встановлюють вимоги щодо захисту персональних даних. Наприклад, в Європейському Союзі існує Загальний регламент з питань захисту даних (GDPR), який надає права громадянам щодо контролю над їхніми персональними даними та встановлює високі стандарти для їхнього захисту. У Сполучених Штатах існують закони, такі як Закон про захист особистої інформації в галузі охорони здоров'я (HIPAA) і Закон про кредитні звіти (FCRA), які регулюють обробку і захист персональних даних у певних сферах [1].

Україна також має свої законодавчі акти, які регулюють захист персональних даних, такі як Закон України «Про захист персональних даних». Цей закон встановлює правила обробки,

зберігання та передачі персональних даних, а також вимагає від організацій, які обробляють ці дані, вживати заходів для їхнього захисту.

Згідно Закону України «Про захист персональних даних», персональні дані – відомості чи сукупність відомостей про фізичну особу, яка ідентифікована або може бути конкретно ідентифікована; суб'єкт персональних даних – фізична особа, персональні дані якої обробляються. Під згодою суб'єкта персональних даних слід розуміти добровільне волевиявлення фізичної особи (за умови її поінформованості) щодо надання дозволу на обробку її персональних даних відповідно до сформульованої мети їх обробки, висловлене у письмовій формі або у формі, що дає змогу зробити висновок про надання згоди. У сфері електронної комерції згода суб'єкта персональних даних може бути надана під час реєстрації в інформаційно-телекомунікаційній системі суб'єкта електронної комерції шляхом проставлення відмітки про надання дозволу на обробку своїх персональних даних відповідно до сформульованої мети їх обробки, за умови, що така система не створює можливостей для обробки персональних даних до моменту проставлення відмітки [2, 3].

Правові інформаційні системи є спеціалізованими комп'ютерними програми та інформаційними ресурсами, які призначені для збору, зберігання, організації, пошуку та надання юридичної інформації та документів. Ці системи використовуються в юридичних сферах та органах, а також в установах, що займаються правозастосуванням та регулюванням, для полегшення доступу до різних правових ресурсів та спрощення ведення юридичної роботи.

Серед основних ***функцій ПІС*** виділяють:

Збір і зберігання інформації. ПІС дозволяють збирати, організовувати і зберігати різні юридичні документи, такі як закони, постанови, судові рішення, правові прецеденти та інші правові матеріали.

Пошук і доступ до інформації. Вони надають можливість здійснювати швидкий пошук та отримання потрібної юридичної інформації за допомогою ключових слів, фільтрів, категорій і інших інструментів.

Аналіз і обробка даних. ПІС можуть надавати аналітичні засоби для обробки і аналізу юридичних даних, що допомагає юристам, правознавцям і правозастосувачам робити обґрунтовані рішення.

Моніторинг законодавства. ПІС можуть автоматично відслідковувати та надавати інформацію про зміни в законодавстві, нові законопроекти та інші правові події.

Управління документами. Вони дозволяють створювати, редагувати, зберігати та впорядковувати юридичні документи та записи.

Забезпечення безпеки і захисту даних. Важливим аспектом ПІС є забезпечення конфіденційності та захисту персональних даних індивідів, а також відповідність вимогам законів про захист даних.

Навчання та підтримка користувачів. ПІС можуть надавати навчання та підтримку користувачів для ефективного використання системи.

Захист персональних даних у правових інформаційних системах є надзвичайно важливим завданням, оскільки ці системи містять велику кількість конфіденційної та чутливої інформації про фізичних осіб, компанії та організації.

Визначимо ***ключові аспекти захисту персональних даних у правових інформаційних системах:***

1. Шифрування даних. Всі дані, які зберігаються в ПІС, повинні бути шифровані, інформація перетворюється в незрозумілу для сторонніх осіб форму і доступ до неї можливий лише за допомогою ключа. Шифрування захищає дані від несанкціонованого доступу навіть у випадку витоку даних або фізичного доступу до серверів.

2. Автентифікація і авторизація. Щоб мати доступ до персональних даних у ПІС, користувачі повинні пройти процедуру автентифікації, підтверджуючи свою ідентичність, наприклад, за допомогою імені користувача і пароля. Після автентифікації система повинна визначити, чи має користувач право доступу до конкретних даних (авторизація) і надати обмежений доступ залежно від ролі користувача.

3. Фізична безпека. Сервери і обладнання, на яких зберігаються дані, повинні бути фізично захищені. Це може включати в себе доступ до серверних кімнат лише за допомогою пропусків або біометричних даних, відеоспостереження і системи контролю доступу.

4. Аудит і моніторинг. Системи повинні бути обладнані засобами аудиту та моніторингу, що дозволяють відстежувати всі дії користувачів і системи. Це допомагає вчасно виявляти незвичайну або підозрілу активність.

5. Регулярні оновлення та патчі. Програмне забезпечення ПІС повинно бути регулярно оновлюваним, включаючи в себе встановлення патчів та оновлень безпеки. Це допомагає захищати систему від вразливостей, які можуть бути використані для атак.

6. Політики паролів і доступу. Повинні бути встановлені строгі політики щодо складності паролів і регулярної зміни паролів користувачів. Доступ до конфіденційної інформації має бути обмежений із врахуванням ролі кожного користувача.

7. Захист від внутрішніх загроз. Інформаційні системи повинні мати захист від внутрішніх загроз, таких як недобросовісні співробітники. Це включає в себе обмеження доступу до даних залежно від ролі і необхідності доступу.

8. Планування відновлення після інциденту. Потрібно мати план відновлення, який визначає, як діяти у випадку інцидентів, таких як витік даних або кібератака, і як швидко відновити нормальну роботу системи.

9. Свідомість персоналу. Користувачі і персонал ПІС повинні бути навчені правилам і стандартам безпеки, імати розуміння потенційних загроз і знаходитися на стежку щодо безпеки даних.

Висновки. Правові інформаційні системи допомагають підвищити ефективність роботи в галузі права та забезпечують доступ до актуальної інформації для подальших рішень. Вони є важливим інструментом для професійних юристів, державних органів, юридичних підрозділів у підприємствах та для всіх, хто займається діяльністю, пов'язаною з правом.

Захист персональних даних у правових інформаційних системах є постійним процесом, який вимагає уваги та заходів на всіх рівнях організації. Важливо відзначити, що відповідно до законодавства, такого як Загальний регламент з питань захисту даних (GDPR) в Європейському Союзі, порушення правил захисту даних може призвести до серйозних штрафів і судових позовів. Тому організації повинні приділяти велику увагу цьому питанню і дотримуватися найкращих практик у сфері захисту персональних даних.

Список використаної літератури

[1] Бем М., Городиський І. Захист персональних даних: правове регулювання та практичні аспекти: науково-практичний посібник. Європейський Союз, Рада Європи, 2021. 160 с.

[2] Закон України «Про захист персональних даних». [Online]. Available: https://ips.ligazakon.net/document/view/T102297?an=227 [Accessed: October 08, 2023].

[3] Персональні дані: використання, захист і відповідальність – що потрібно знати. [Online]. Available: https://jurliga.ligazakon.net/news/201367_personaln-dan-vikoristannya-zakhist--vdpovdalnst---shcho-potrbno-znati [Accessed: October 08, 2023].

УДК 004.67

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ У БОРТОВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Чайковський О.Р., Селіванова А.В.(emmorion@gmail.com, avi_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Дослідження методів перетворення повідомлень в автомобільних системах має важливе значення для забезпечення безпеки та ефективності технологій в даній сфері. Правильно налаштовані методи перетворення повідомлень можуть забезпечити надійну передачу даних між пристроями автомобіля, що допомагає уникнути збоїв та помилок у роботі систем.

Одним із основних аспектів автомобільних систем є передача повідомлень між пристроями. Ці повідомлення можуть включати дані про керування двигуном, систему безпеки, управління дверима і багато іншого.

Існують різні методи перетворення повідомлень в автомобільних системах, включаючи протоколи зв'язку, кодування та стиснення даних. Ці методи можуть бути оптимізовані та адаптовані для забезпечення найкращої продуктивності та надійності передачі даних.

Одним із найпоширеніших методів перетворення повідомлень в автомобільних системах є CAN-шина (Controller Area Network). CAN-шина може бути використана для передачі даних між різними пристроями в автомобілі, включаючи датчики, модулі, що управляють, і дисплеї.

Інший метод - Ethernet, який може забезпечити вищу швидкість передачі даних та більшу гнучкість у конфігурації мережі. Ethernet може використовуватися для передачі великого обсягу даних у системах, таких як самоврядні автомобілі, які вимагають обробки великої кількості даних у режимі реального часу.

DLT-Viewer (Distributed Ledger Technology Viewer) – це інструмент для перегляду даних у розподілених реєстрах (blockchain), який може використовуватись для моніторингу та аналізу передачі даних в автомобільних системах. DLT-Viewer може надати детальну інформацію про передачу даних між пристроями в автомобілі, що може допомогти виявити можливі проблеми та підвищити ефективність та надійність системи.

Автомобільні системи сьогодні є високотехнологічними та комплексними, і передача повідомлень між пристроями є ключовим елементом їх роботи. Дослідження методів перетворення повідомлень в автомобільних системах - це процес вивчення різних методів, які можуть використовуватися для оптимізації та покращення ефективності передачі повідомлень у цих системах.

Один з найпоширеніших методів передачі повідомлень в автомобільних системах – це CAN-шина, яка є стандартом у цій галузі. CAN-шина використовує спеціальний протокол зв'язку, який забезпечує швидку та надійну передачу даних між пристроями. Однак, зі зростанням складності автомобільних систем, стає ясно, що CAN-шина не завжди здатна забезпечити необхідну швидкість та гнучкість для передачі всіх даних, які потрібні для правильної роботи системи.

У цьому контексті Ethernet може бути використаний як альтернативний спосіб передачі повідомлень в автомобільних системах. Ethernet може забезпечити більш високу швидкість передачі даних та більшу гнучкість у конфігурації мережі, що може бути особливо корисним для передачі великого обсягу даних, наприклад, у системах самоврядних автомобілів.

У контексті автомобільних систем, DLT-Viewer може допомогти виявляти та аналізувати можливі проблеми передачі даних, такі як затримки або збої в системі, що може допомогти поліпшити ефективність і надійність системи. DLT-Viewer також може бути використаний для виявлення та запобігання можливим кібератакам на автомобільні системи.

Дослідження методів перетворення повідомлень в автомобільних системах має важливе значення для забезпечення безпеки та ефективності автомобільних технологій. Правильно налаштовані методи перетворення повідомлень можуть забезпечити надійну передачу даних між пристроями автомобіля, що допомагає уникнути збоїв та помилок у роботі систем.

У той же час, використання нових технологій, таких як Ethernet та розподілені реєстри, може допомогти підвищити продуктивність та гнучкість систем, а також забезпечити кращий захист від загроз безпеки.

Для забезпечення найкращих результатів дослідження методів перетворення повідомлень в автомобільних системах має бути ретельно сплановане та виконане з використанням сучасних технологій та інструментів аналізу даних, таких як DLT-Viewer. Це дозволить оптимізувати продуктивність та безпеку автомобільних систем та зробити автомобілі більш надійними та безпечними для водіїв та пасажирів.

Список використанної літератури

[1]Underwood S. Automated, Connected, and ElectricVehicle Systems: A Textbook: Springer, 2014. 146 p. (дата звернення: 20.03.2023).

[2]Navet N., Automotive Embedded Systems Handbook: Volume 1.: Springer Nature Switzerland AG, 2009. 490 p.

[3]Prytz R., "Machine learning methods for vehicle predictive maintenance using off-board and on-board data ", 2014. 96 p.

Розділ 3.

Автоматизація та управління технологічними процесами

UDC 517:338.658

SYSTEM OF ORE-STREAM QUALITY REMOTE MONITORING IN THE ENVIRONMENT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF MINING PRODUCTION

Almas S. M. (ASoltan@ektu.kz)
East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev

The paper aims to develop a methodology for remote assessment of ore-stream quality at the technological stages of normalization of iron ore material. In the environment of digital transformation of mining production, it is proposed that the functional efficiency of the digital control process should be quantitatively evaluated by integrated mathematical convolution of fuzzy structural-functional control agents. A fuzzy model is proposed in this paper to quantify the quality of ore-stream. The key agent in fuzzy control is considered to be monitoring. Under conditions of fuzziness and uncertainty of control factors, stochastically programmed risks arise in the monitoring process. A probabilistic model for quantifying monitoring errors and decision-making risks is proposed. Ore production quality management in modern state programs of "digitalization" of mining production is viewed as a systemic process that includes all technological stages from geological research to metal smelting: ore mining, ore cleaning and "digital" logistics. In the Republic of Kazakhstan, a similar mining and ore complex was called "Digital Mine"[1-2]. The entire life cycle of a "digital mine" is called - "Rudopotok". In material and informational interpretation Rudopotok is a contex process integrating the stages of processing and movement of useful ore materials in the technological space from logistic point A to the final point B [3].

In a numerical sense, the quality of ore-stream is assessed by indicators from two components of the control information system: the functional part and the supporting part [4].

Ore-stream quality assessment is a multi-parametric system problem. The key problem in digital control of complex multi-parameter systems is the development of a criteria for quantifying the quality of the control system, and especially the quality of monitoring and decision making. To develop this criteria, we used modern methodology of multi-approach modelling based on: fuzzy sets, statistical modelling, simulation modelling, agent-based modelling, methods of expert evaluation [5].

In formal interpretation, the quality of the system is represented by a mathematical integral convolution, weighted by the coefficients of technological and economic importance of the provision agents [6]. This problem becomes significantly and sometimes inexplicably more complex under conditions of statistical uncertainty of control agents, data fuzziness and uncertainty of the regulatory framework [7].

The mathematical model of differentiated assessment of the system quality of ore-stream by one indicator is as follows:

$Qi = \omega i[X_{ij}\ (\alpha_{il} \times \omega_{ij+}\ \alpha_{il+1} \times \omega_{ij+1})]$

Integral assessment of the five group of indicators: Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5.

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{5} Q_i G_i}{\sum G_I},$$

where: Qi - quantitative value of the i-th indicator of the system quality of the ore-stream;

Gi – "weight" of the i-th indicator of the system quality of ore-stream;

The process of controlling an object or process is impossible without a monitoring procedure. The quality of iron ore is mostly assessed by magnetic properties and the percentage of magnetic components

in volume or weight measurements. Measurement is a mandatory monitoring procedure. Measurement is considered as an independent agent, which has characteristics - errors (uncertainties) that are independent in the process of monitoring. The result of a measurement is always a number (or a set of numbers) that quantifies the measured quantity in some pre-selected units. A measurement result set is a set of numbers from some interval of possible values.

Monitoring is a sequence of procedures of measurement, comparison of the measured value with the norms and decision making according to the principle - "the monitored object is suitable", "the monitored object is not suitable". The final "pass-fail" decision is usually made automatically by humans or software tools. Monitoring errors are quantified by probabilities P_{fr} - probability of false rejects and P_{ur} - probability of undetected rejects. These probabilities also make meaning of the risks of the producer of the work and the customer of the work respectively. This paper proposes a methodology for quantitative assessment of these risks as a function of technological regulations and statistical characteristics of all components of a multi-agent model: measurement, norms and decision-making procedure. From the full range of possible statistical compositions from the parameters and characteristics of the modelling agents, three laws were investigated: normal, uniform and Weibull's law.

From a probabilistic point of view, erroneous monitoring results will consist of two events:

– the true value of the parameter is higher than the norm ($S_i>S_n$), i.e., the controlled parameter is normal (pass), and the measured value as a result of random error will be lower than the norm ($S_i<S_n$) (fail), which is a false reject with probability P_f;

– the true value of the parameter is below the norm ($S_i<S_n$), i.e., the monitored parameter is in the (fail) field, and the measured value as a result of random error was above the norm ($S_i>S_n$) (pass), which is an undetected reject P_t.

Probabilistic models for false reject and undetected reject estimation have been developed for computer modelling purposes.

According to the results of modelling and computer experiment, it was found that the probability of false reject is the most influenced. When the value of measurement uncertainty is commensurate with the value of uncertainty of the monitored parameter, this risk reaches 25%. In this case, the influence of the variation of standards is noticeably higher than the influence of measurement error (uncertainty).

Reference list

[1] The State Programme "Digital Kazakhstan". Available: https://primeminister.kz/en/news/16155 [Accessed: October 14, 2023].

[2] Digital Mine Project Altynalmas. Available: https://primeminister.kz/en/news/16058 [Accessed: October 14, 2023].

[3] Vasilenok V.L. Kruglova A.I. Aleksashkina E.I Main Trends of Digital Logistics Scientific Journal "National Research University Institute of Precision Mechanics and Optics" - SPb, 2020. Series Economics and Environmental Management No. 1, - 69 p.

[4] System of automatic quality control of iron ore raw materials. Available: uralrudoavtomatika.ru/?p=148 [Accessed: October 14, 2023].

[5] Zadeh, Lotfi. Fuzzy Sets / Information and Control, 8(3), June 1965. – p. 338–353.

[6] Kornev V.A., Makenov A.A., Mashekenova A.H., Radjabov R.C. Quality assessment of multi-parameter control of vehicle complex systems efficiency//News of National Academy of sciences of Republic of Kazakhstan: Series of geology and technical sciences/ ISSN 2224-5278. – 2020. – Vol. 2. – N. 440. – 96-102 p. Available: https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.36

[7] EUROCHEM/CITAC Guide «Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements», Second Ed., 2000.

УДК 636.631 - 223.018

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НАСІННЄРУШНИХ МАШИН ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Буйваленко А.А. (buiwalenok@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Олійно-жирова галузь є важливим сектором харчової промисловості України. Підвищення ефективності, зниження енерговитрат та підвищення якості олії є дуже важливим питанням. Актуальною є задача удосконалення найпростішого, як здається, механізму в комплексі обладнання для отримання олії та оптимізації управління ним. Стаття присвячена проблемі підвищення енергоефективності насіннєрушних машин. Дослідження містить пошук методів та технологій, які сприяють зниженню енергоспоживання та підвищенню продуктивності в процесі лущення насіння. Їх застосування призведе до підвищення якості соняшникової олії.

Сфера виробництва харчової олії є важливим сектором харчової промисловості в усьому світі з високим попитом на різні типи харчової олії для виробництва харчових продуктів. Зменшення витрат у цій галузі має значні економічні вигоди, підвищуючи прибутковість для виробників харчової олії та потенційно призводячи до зниження цін для споживачів. Подібного результату можна досягти шляхом підвищення ефективності роботи електромеханічного обладнання олійного виробництва, зокрема насіннєрушного обладнання удосконаленням автоматичного керування ним [1, 2].

Насіннєрушна машина є одним з перших та важливих механізмів у великому комплексі обладнання для виробництва олії. Проте, великі енергетичні витрати, неефективне використання ресурсів та недостатня автоматизація призводять до отримання низькоякісної сировини, і, як наслідок цього, до зростання витрат і зниження конкурентоспроможності підприємства [3, 4].

Метою дослідження є розробка нових алгоритмів і методів оптимізації енергоефективного обладнання та системи автоматизованого керування електромеханічним обладнанням насіннєрушної машини.

Комплекс завдань спрямований на підвищення енергоефективності електромеханічного обладнання шляхом впровадження інноваційних автоматичних систем керування. Завдяки інтеграції передових технологічних рішень система забезпечує точний контроль та оптимальне управління роботою всіх механізмів насіннєрушної машини, що призводить до зниження споживання енергії та підвищення загальнотехнічної ефективності.

Система використовує комбінацію апаратних і програмних компонентів для досягнення мети підвищення енергоефективності.

З боку апаратного забезпечення система керування насіннєрушної машини містить датчики, мікропроцесорні контролери та виконавчі механізми, які контролюють і регулюють різні параметри, що характеризують роботу всіх компонентів насіннєрушної машини. Ці датчики надають дані в реальному часі про такі регульовані параметри, як швидкість, крутний момент, положення та вібрація, що дозволяє системі приймати обґрунтовані рішення щодо дотримання регламенту. Наприклад, датчики ваги використовуються для визначення ваги насіння. Це дозволяє контролювати та регулювати кількість насіння, яке подається в машину, забезпечуючи більш рівномірне лущення. Використання системи автоматичного керування робить процес лущення насіння більш надійним, ефективним і адаптивним.

Програмний компонент системи включає складні алгоритми та логіку керування, які обробляють дані датчиків і генерують оптимальні керуючі дії. Ці керуючі дії передаються на приводи, дозволяючи системі підтримувати швидкість, точність, крутний момент та інші робочі показники насіннєрушної машини на заданому рівні з високою точністю.

Алгоритми враховують такі фактори, як вимоги до навантаження, стан навколишнього середовища та показники енергоефективності, щоб оптимізувати керуючі дії та мінімізувати споживання енергії.

Крім того, система може використовувати передові методи машинного навчання та штучного інтелекту для постійного навчання та адаптації своїх стратегій керування з часом. Система може додатково оптимізувати свої операції та точно налаштовувати алгоритми керування для досягнення високої енергоефективності.

Автоматичне керування насіннєрушною машиною має низку переваг, а саме

- допомагає знизити ризик помилок, пов'язаних з людською робочою силою, і забезпечує більшу стабільність виробничого процесу,
- дозволяє вести облік оброблених обсягів та надавати дані про процес очищення, що полегшує контроль та відстеження ходу виробничого процесу,
- надає інформацію про показники продуктивності шляхом реєстрації та аналізу даних, полегшуючи постійний моніторинг і технічне обслуговування електромеханічного обладнання,
- дозволяє насінєрушній машині працювати на оптимальному рівні продуктивності, уникаючи зайвих витрат енергії.

Таким чином, удосконалення автоматичного керування насіннерушною машиною забезпечує підвищення енергоефективності її електромеханічного обладнання.

Література

1. Попов М. О. Оцінка і напрямки підвищення ефективності використанні енергоресурсів на підприємствах олійно-жирової галузі / Вісник нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2013. – № 67 (1040). – С. 148-152.

2. Continuous belt extractor / ResearchGate.- URL: https://www.researchgate.net/figure/ Scheme-of-continuous-belt-extractor-Desmet-Ballestra-Zaventem-Belgium_fig2_304070586/

3. Циганков Д. Є. Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту : магістер. дипломна робота : 181, Харчові технології / Наук. керівник Чурсінов Ю. О. ; Дніпровський держ. аграрно-екон. ун-т, Інженерно-технологічний ф-т, Каф. технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. – Дніпро, 2021. - 114 с.

4. Гончаров Г. І., Буша А. А. Технологія та обладнання для виробництва харчових жирів. – Київ: Урожай, 1991. – 86 с.

UDC 681.3.01+681.325

AUTOMATIC GAS SHUT-OFF DEVICES: NEW METHODS IN SELF-DIAGNOSIS AND EARLY FAULT IDENTIFICATION

Darii Velychko, Adrian Nakonechny
(dariy.velychko@gmail.com, adrnakon@gmail.com)
Lviv Polytechnic National University (Ukraine)

The thesis formulates and outlines a new method of self-diagnosis and early fault identification based on the norm wavelet analysis in automatic gas shut-off devices. Of particular scientific interest are the high efficiency and applicability of the method, which highlight its ability to be used in low-power autonomous control systems. Moreover, the outlined method makes it possible to implement not only binary logic (presence or absence of a fault), but also fuzzy logic to determine severity of the failure and fault prediction.

Problem statement. Natural gas remains among the world's core resources. It is used in both domestic and industrial applications widely. Unfortunately, even today, thousands of leaks, poisonings, and explosions occur in Ukraine alone. A single breakdown in this crucial system can cost millions of dollars, but more importantly, it can cost lives and health. In this regard, there is an increase in prevention systems, such as automatic gas flow shut-off devices and valves. However, how can the operation be ensured? That is why self-diagnostic methods and tools are so important: to detect, prevent, and warn at early stages.

Aim of the study. The study aims to research and develop a method for self-diagnosis and early detection of errors in automatic gas pipeline shutoff valves using methods of mathematical signal processing, in particular, the wavelet region.

Research summary. Automatic circuit breakers are relatively simple in their majority. Usually, they consist of an electric motor with a gear mechanism and a control device. The motor current consumption is linear as long as its load remains linear. However, what matters the most is the transient process at the moment of start-up. A current feedback sensor in the form of a shunt resistor and an ADC is used to measure the current profile. Norm wavelet analysis is used to decompose and evaluate the signal. It allows not only identification of the presence or absence of a fault but also enables implementation of fuzzy logic to determine the level (severity) of the failure at early stages and to predict it (such as, for example, natural wear of gearbox gears). [1]

In DC motors during the startup period, the energy content of different frequency regions in the current waveform varies according to the fault. This indicates that a faulty condition affects the signal quantity of information in different frequency bands. Therefore, the provided norm values shift higher or lower. Norm values analysis of the frequency band corresponding to a fault enables fault identification. [2]. The failure detection process consists of two steps: decomposition of the current signal into different frequency bands and calculation of the norm values for each.

Discrete wavelet transform (DWT) is used for decomposition. It is calculated using the lifting transform algorithm. Initially, this algorithm involves "splitting" - computation of a conventional (slow) wavelet transform over a dataset b_{j-1} (where j is the DWT level). In this case, the input signal is separated into two sequences - with even and odd indices. The input signal is then modified by the "prediction" and "update" stages.

As shown in Fig. 1, for a set of 5/3 filters, the prediction stage implies predicting the dataset $\{b_j^1\}$ as follows: $b_j^1 = b_j^0 - \frac{1}{2}(c_j^0 + c_{j+1}^0)$. The output of this stage is the low-pass component of the DWT filter.

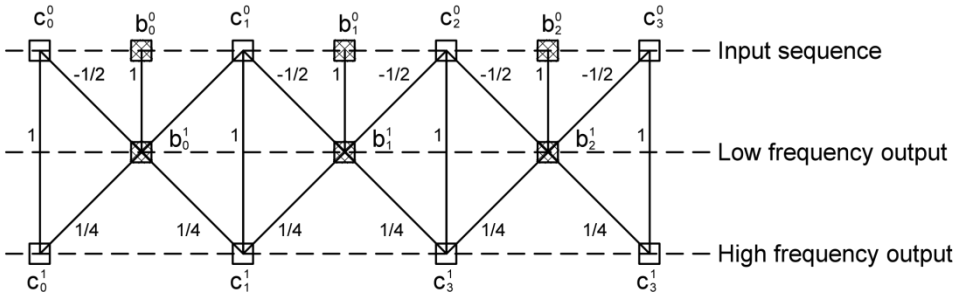


Figure 1. The general algorithm for performing steps in a lifting transformation and a 5/3 filter set.

The update step involves obtaining the set $\{c_j^1\}$ (even samples) by adding a linear combination of the already modified odd samples $\{b_j^1\}$. The formula for this step is as follows: $c_j^1 = c_j^0 + \frac{1}{4}(b_{j-1}^1 + b_j^1)$ [3]. The output of this stage is the high-frequency output signal of the DWT filter. The prediction and update stages are performed N times, with the weighting coefficients differing for each iteration. In general, the coefficients are:

$$b_j^n = b_j^{n-1} + \sum_k P_n(k) c_k^{n-1}, \qquad n\epsilon[1,2,\dots,N]$$

$$c_j^n = c_j^{n-1} + \sum_k U_n(k) b_k^n, \qquad n\epsilon[1,2,\dots,N]$$

Where P and U are the weighting coefficients for the n-th iteration. At the last stage, the output is low-frequency coefficients up to the scale factor K_1 and high-frequency coefficients up to the scale constant K_0 [3].

The lifting transform algorithm features a much smaller number of required mathematical operations, which is crucial for computation speed and energy efficiency for a microcontroller or microprocessor operation. Lifting transform is also more efficient in terms of RAM usage since new values of variables replace old ones without affecting transformation accuracy. What is more, the conversions remain lossless.

The fault identification step requires analyzing the obtained wavelet coefficients. As stated above, the corresponding wavelet coefficients will differ depending on whether the engine startup process occurred under normal conditions or in the presence of any failure. The proposed method implies determining these deviations based on the norm value of each frequency band. If $x_1, x_2, \dots x_n$ – are the signal values corresponding to the wavelet coefficient of a certain frequency range w_i, then the norm: $|W_i| = \sqrt[2]{(x_1)^2 + (x_2)^2 + \cdots + (x_n)^2}$. Since the norm measures the magnitude, determining the severity of fault using the norm is better in comparison to the entropy which measures the randomness (for a particular fault, the magnitude level of the current signal increases or decreases when the corresponding fault increases or decreases, but randomness does not vary very much).

As previous studies described [1], , with a five-level decomposition, the DWT coefficients have definite differences during the motor start-up under normal conditions and with gearbox wear. Having sampled the wavelet coefficients for N engine starts under normal conditions and calculated their magnitudes, the normal distribution can be compiled (when N >= 30). The values out of the range of ±3σ are taken as ones for a faulty motor condition. Thus, the failure will be predicted or identified at an early stage with a probability of 99.7% [4]. Collecting a larger sample of start-up current profile data for different degrees and sources of fault provides the possibility to assess faults' severity and even their nature.

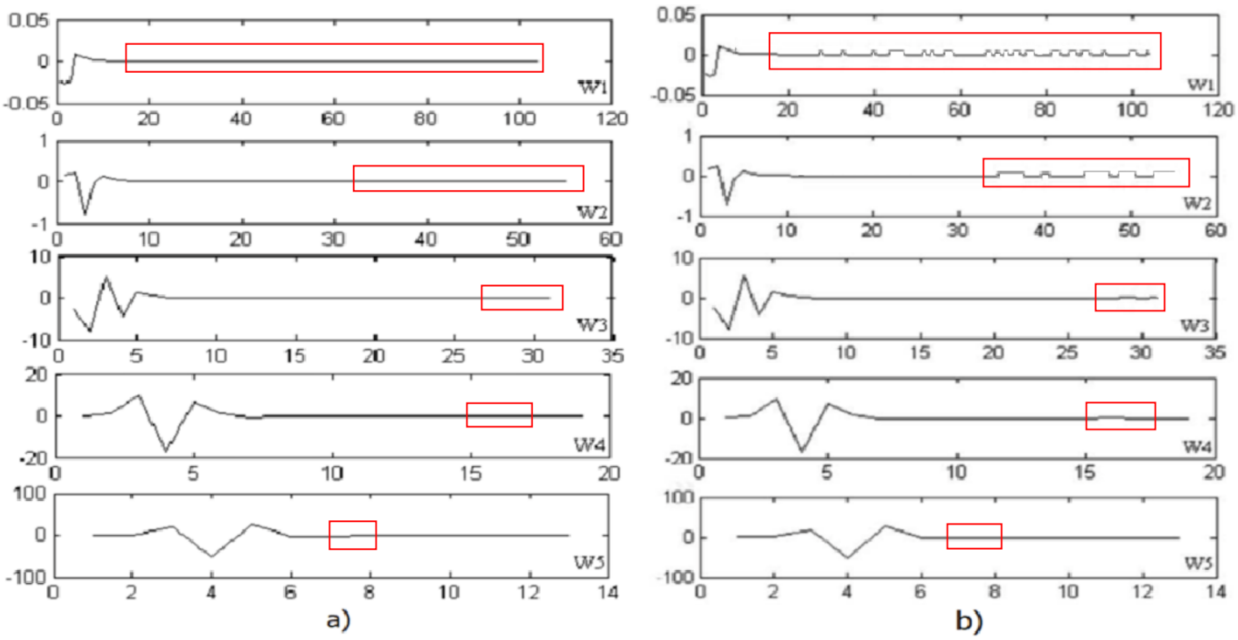


Figure 2. Levels of wavelet coeffcients decomposition for a normal motor start-up (a) and for start-up with a gearbox wear (b) *(Red line highlights differences)*

Conclusions. In the course of the study, modern methods of self-diagnosis and early detection of faults using digital signal processing were analyzed. The research presents a method based on the analysis of the norm values of the current profile of the motor start in the wavelet region.

The use of wavelet analysis ensures high efficiency of filtering and identification and significantly improves the resolution. The chosen lifting transform algorithm ensures that mathematical operations are relatively simple and memory-efficient. Therefore, this method is acceptable for use in low-power control systems based on microcontrollers and microprocessors.

Such methods are not purely theoretical but have obvious practical significance aimed at increasing the reliability of critical infrastructure systems. Thus, they should be the focus of future research and development.

References

[1]. D. P. Winston and M. Saravanan, "Single Parameter Fault Identification Technique for DC Motor through Wavelet Analysis and Fuzzy Logic," Journal of Electrical Engineering & Technology, vol. 8, no. 5, pp. 1049-1055, September 2013.

[2]. E. Cabal-Yepez, R. J. Romero-Troncoso, A. Garcia-Perez and A. Garcia-Perez, "Single-parameter fault identification through information entropy analysis at the startup-transient current in induction motors," Electric Power Systems Research, vol. 89, pp. 64-69, August 2012.

[3]. А. Й. Наконечний, І. І. Лагун, З. Є. Верес, Р. А. Наконечний та В. І. Федак, Теорія і практика обробки сигналів у малохвильовій (wavelet) області, Львів: Растр-7, 2020, pp. 58-61.

[4]. І. І. Лагун та А. Е. Лагун, «Використання дискретного малохвильового перетворення для виявлення аномалій мережевого трафіку,» Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка", т. 695, pp. 88-94, 201

УДК 681.5

ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ

Гратій Т.І., Охрімчук В.С. (tagratij@gmail.com, . kirieshkina95@gmail.com)
Фаховий коледж нафтогазових технологій, інженерії та індустрії сервісу ОНТУ (Україна)

Нафта, що видобувається із земних надр, як правило, містить розчинені гази. Продукція нафтових свердловин, являє собою багатокомпонентну трифазну систему, що складається з нафти, газу і пластової води. До складу нафт входять різні гази органічного (метан CH4, етан C2H6, пропан C3H8, бутан C4H 10) і неорганічного (сірководень H2Б, вуглекислий газ CO2 і гелій He) походження. Це значно впливає на якість нафти і її експлуатаційні властивості [4].

Перед транспортуванням і подачею нафти на переробку газ повинен бути відділений від нафти, з метою зменшення корозійного впливу на трубопровід і обладнання нафтоперекачування. Висока потреба в вуглеводневій сировині і його обмеженість в запасах вимагають розвитку енергозберігаючих технологій і підвищення якості товарної нафти. У зв'язку з цим роботи, спрямовані на вилучення з нафти розчинених газів, є актуальними.

Дизельне паливо - рідкий продукт, що використовується як паливо в дизельному двигуні внутрішнього згоряння, а також - і в газодизелі.

Процес отримання дизпалива з нафти передбачає «вичавлювання» світлих речовин. Темні компоненти залишаються на дні і застосовуються для виробництва мазуту. Після першої фільтрації виходить брудна паливо, яке містить в складі велику кількість домішок (сірка, азот і т.п.).

Дизельне паливо виробляють шляхом прямої перегонки і каталітичних процесів переробки гасово-дизельних фракцій, яке складається переважно з гасу, газойлю та ін нафтових фракцій. До групового складу дизельного палива в основному включає парафінові і нафтові вуглеводні, а також невелика кількість ароматичних вуглеводнів. За рахунок виробництва бензину, нафти, дизельне паливо має кращу хімічну та фізичну стабільність, що знижує втрати дизельного палива під час транспортування, зберігання та використання [5].

Автоматизація виробництва дизельних палив забезпечує регулювання тиску сировини, температуру, витрату фракцій. Відхилення цих величин може привести до аварійної ситуації. Вдале рішення автоматизації виробництва дизельних палив призведе до поліпшення умов праці і безпеки робіт, забезпечить контроль і тим самим приведе до поліпшення продуктивності праці.

На рис 1 показана схема автоматизації установки виробництва дизельних палив. Сировина в якості якої застосовується підготовлена нафта насосом подається у теплообмінники Т1, Т2 контроль температури відбувається за допомогою термометра ртутного електроконтактного типу ТПК , де нагрівається до температури 150-180 °С, і подається у відбензинюючу колону.

У відбензинюючій колоні вимірюється рівень суміші за допомогою перетворювача рівня Sitrans LC 300. При досягнені сировини рівня 6м перетворювач надсилає сигнал на електропневматичний перетворювач, який виробляє управляючі дії на відкриття засувки УА2, суміш потрапляє до трубчатої печі, де нагрівається до 350-360 °С, на виході із трубчатої печі вимірюється температура та витрата вуглеводної суміші. Якщо температура не досягає норми 350 °С, термоперетворювач опору типу Sitrans TF подає сигнал на електропневматичний перетворювач, який в свою чергу генерує сигнал на відкриття засувки УА3 подачі пару в трубчату

піч 2 і суміш догрівається до заданої температури. Робота трубчатої печі 1 аналогічна роботі трубчастої печі 2. У разі якщо на виході трубчатої печі 2 витрата суміші не відповідає заданому об'єму сировини, тоді за погодженням від електромагнітного витратоміра, типу Sitrans MAG 3000 вмикається електродвигун насосу Н2.

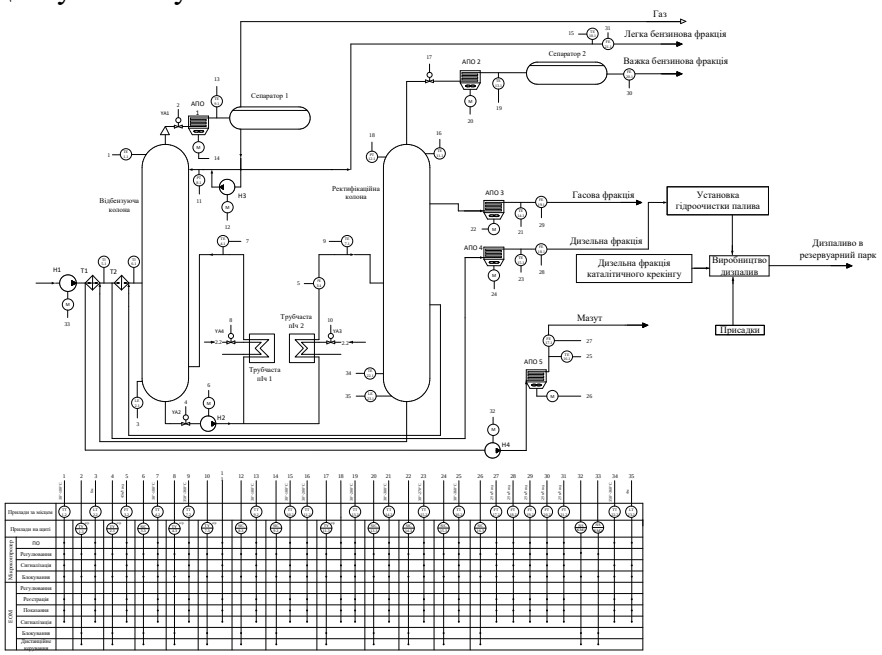


Рис 1 Схема автоматизації установки виробництва дизельних палив

У відбензинюючій колоні проходить процес виділення вуглеводних газів та легкої фракції бензину з межами википання 30-100 °С, які виходять з верху, конденсуються у АПО 1, якщо температура на виході АПО 1 більше 100 °С термоперетворювач опору типу Sitrans TF подає сигнал на електропневматичний перетворювач , який в свою чергу генерує сигнал на вмикання електродвигуна АПО 1 і температура суміші зменшується. Далі вуглеводні гази поступають у сепаратор, з верху якого виходять вуглеводні гази, з низу рідинна фаза в якості бензину розділяється на 2 потоки, перший направляється на подальшу переробку, а 2 частина зворотними потоками йде на зрошення.

Суміш потрапляє у ректифікаційну колону. З верхньої частини якого виділяється важка бензинова фракція, яка конденсується у АПО 2 (принцип регулювання температури у АПО 2 аналогічний регулюванню в АПО 1), проходить сепаратор аналогічно і направляється у резервуар.

Також виділяється гасова і дизельна фракція, конденсується у АПО 3, АПО 4 відповідно (принцип регулювання температури аналогічне описаному вище) і йде у резервуар.

Знизу ректифікаційної колони виходить в мазут, протікає через Т1 віддаючи своє тепло і за допомогою насосу Н4, направляється у резервуар.

На схемі регулюються витрата продуктів переробки нафтопродуктів за допомогою електромагнітних витратомірів, типу Sitrans MAG 3000

У проекті використовується контролер Simatic CPU 1212, який виконує функцію контролю, регулювання, сигналізації та блокування всіх елементів системи автоматики.

Реалізована автоматика на базі програмованих логічних контролерів (Simatic) дозволяє в майбутньому без будь-яких серйозних технічних змін перевести установку на повне управління з ПК оператора.

Список використаної літератури

1. В.Ф Зданевич, О.В. Гарник Хімія і технологія нафти і газу. Одеса ТГНП ОДАХ 2011
2. В.Ф Зданевич. Основи виробництва пально-мастильних матеріалів – Одеса, 2006 рік.
3. Капустин В. М. Карпов С.А. Оксигені в автомобільних бензинах, Москва Колос, 2011
4. Козарь М.В., Павленко Д.О. Автоматизація технологічних ланок виробництва біологічного палива – Дніпро, 2021р.
5. Г.К. Лєбєдєв, В.Г. Колесников, Г.Є. Зіканов, О.Н. Лайков, Ю.К. Іщенко, Г.А. Річик, Л.В. Дубень, Н.Е. Калпіна. Правила технічної експлуатації резервуарів та інструкції з їх ремонту. – Миколаїв, 1988.

УДК 636.631 - 223.018.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Заврічко С.С. **(**sergeyzavrichko@gmail.com**)**
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Олійно-жирова галузь є важливим сектором харчової промисловості у всьому світі. Питанням підвищення ефективності, зниження енерговитрат та підвищення якості олії займалися чимало дослідників. Стаття присвячена проблемі оптимізації енергоефективного обладнання в екстракційних апаратах для виробництва соняшникової олії та автоматичного керування електромеханічним обладнанням. Дослідження зосереджено на пошуку методів та технологій, які сприяють зниженню енергоспоживання та покращенню продуктивності в процесі екстракції. Застосування запропонованих методів та технологій може призвести до зниження споживання енергії, підвищення продуктивності та поліпшення якості виробництва соняшникової олії.

Сучасний промисловий сектор стикається зі значними викликами щодо оптимізації енергоефективності та ефективного управління електромеханічним обладнанням. В умовах постійного зростання енергетичних витрат і обмежених ресурсів, прискорення розвитку технологій є невід'ємною складовою для досягнення сталого промислового зростання. Одним з ключових аспектів є розробка ефективних методів оптимізації енергоефективного обладнання та систем автоматичного керування, зокрема в контексті екстракційних апаратів.

Екстракційні апарати використовуються в різних промислових галузях, таких як хімічна, нафтова, фармацевтична та харчова промисловість, для вилучення цінних речовин з сировини або виробничих потоків. Проте, великі енергетичні витрати, неефективне використання ресурсів та недостатня автоматизація призводять до зростання витрат і погіршують конкурентоспроможність підприємств.

Метою роботи є розгляд та розробка методів оптимізації енергоефективного обладнання та системи автоматичного керування електромеханічним обладнанням та розподілу завантаження екстракційних апаратів. Наше дослідження спрямоване на виявлення шляхів поліпшення продуктивності, зменшення витрат енергії та оптимізації розподілу завантаження екстракційних апаратів з використанням новітніх технологій автоматичного керування.

Огляд попередніх досліджень показує, що вже були проведені дослідження щодо енергоефективності в промисловості, але досить обмежено досліджено аспекти, пов'язані з екстракційними апаратами. Тому наша робота заповнює цю прогалину, розглядаючи оптимізацію системи електромеханічного обладнання та розподілу завантаження екстракційних апаратів з урахуванням вимог енергоефективності та автоматичного керування.

Результати дослідження можуть мати значний вплив на промисловість, сприяючи зменшенню споживання енергії, підвищенню продуктивності та зниженню виробничих витрат. Крім того, вони відкривають нові можливості для впровадження інноваційних підходів у секторі екстракційної промисловості.

У статті ми пояснимо нашу методологію, описуємо результати експериментів та проводимо детальний аналіз, щоб продемонструвати ефективність запропонованих методів оптимізації. Окреслимо перспективи подальших досліджень та потенційні напрямки вдосконалення систем енергоефективного обладнання та автоматичного керування екстракційними апаратами.

Опис системи електромеханічного обладнання та екстракційних апаратів.

Екстрактор складається із роликового конвеєра, встановленого на горизонтальній прямокутній рамі. Основним елементом апарату є перфорована стрічка, по якій рухається матеріал, що обробляється. Свіжий розчинник розпорошується через форсунку на сході матеріалу зі стрічки. Місцелла, що утворюється, збирається в збірник і насосом направляється на наступний ділянку, де процес повторюється [1].

Система електромеханічного обладнання та екстракційних апаратів є ключовим елементом виробництва соняшникової олії. Вона включає в себе ряд компонентів, що взаємодіють для забезпечення ефективного процесу екстракції та виробництва олії з насіння соняшнику.

Електромеханічне обладнання: Система електромеханічного обладнання включає в себе електродвигуни, насоси, приводи та інші механізми, які забезпечують рух та функціонування екстракційного апарату. Вони відповідають за подачу сировини, перемішування розчинника та витяжки, створення вакууму для запобіганню витоку розчинника з екстрактора, а також рух розчинників через систему [4].

Екстракційний процес: Головним елементом системи є екстракційний апарат. Він складається з резервуара для витяжки та механізму для змішування насіння з розчинником. Екстракційний процес полягає в розчиненні олії з насіння у розчиннику.

Оптимізація енергоефективного обладнання в екстракційних апаратах соняшникової олії має великий потенціал для досягнення позитивних результатів. Аналіз сучасного стану екстракційних апаратів та їх енергетичної ефективності виявив низку факторів, які суттєво впливають на енергоспоживання. Розгляд технологічних параметрів та процесів показав, що деякі аспекти можуть бути оптимізовані для досягнення більшої продуктивності та меншого витрати енергії. Один із основних напрямків оптимізації полягає у використанні сучасного обладнення та програмного забезпечення для контролю та регулювання процесів у екстракційних апаратах. Ця інноваційна практика може відкрити шлях до ефективнішого використання ресурсів та досягнення більшої продуктивності в даному виробничому процесі.

Література

1. Попов М. О. Оцінка і напрямки підвищення ефективності використанні енергоресурсів на підприємствах олійно-жирової галузі / М. О. Попов // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2013. – № 67 (1040). – С. 148-152.

2. Циганков Д. Є. Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту : магістер. дипломна робота : 181, Харчові технології / Циганков Дмитро Євгенійович ; наук. керівник Чурсінов Ю. О. ; Дніпровський держ. аграрно-екон. ун-т, Інженерно-технологічний ф-т, Каф. технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. – Дніпро, 2021. - 114 с.

3. Гуд Б.В. Виробництво соєвої олії шляхом прямої екстракції у цеху потужністю 558 т насіння сої за добу : бакалавр. Дипломна робота : -Київ, 2020 р. – 52с.

4. Інструкція з експлуатації «екстракційна установка Десмет непреривної дії». EAI Eastern Agro Investments Ltd NICOSIA, CYPRUS. 66ст.

УДК [621.867.3:622.612]:658.5

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОМ ПТЛ ПРИЙМАННЯ ЗЕРНА ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ НА МОРСЬКОМУ ЗЕРНОВОМУ ТЕРМИНАЛІ В М. ОДЕСА

Кір’язов І.М., Шестопалов С.В., Степанов М.Т., Хобін В.А.
(ivan.kiryazov@se.ua, stanislav.shestopalov@se.ua,
stepanov197818@gmail.com, khobin@ontu.edu.ua)
SE Group International, Одеський національний технологічний університет (Україна)

Розглядаються результати тестування у виробничих умовах автоматизованої системи координації завантаження зерном потоково-транспортних ліній приймання зерна з залізничних вагонів на морському зерновому терміналі.

Автоматизована система координації завантаження (АСКЗ) зерном потоково-транспортних ліній (ПТЛ) приймання зерна із залізничного транспорту, впроваджена на зерновому терміналі

компанії «Новотех-Термінал» є інноваційною розробкою. Її мета – формування потоку зерна одночасно з двох приймальних бункерів, підвищення продуктивності ПТЛ, зниження енерговитрат на перевантаження, запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним із завалами зерна в башмаках норій через перевантаження ПТЛ. АСКЗ реалізує базові функції технології Leffol & Senumac які запатентовані SE Group International [1–2].

Фрагмент технологічної схеми з ділянкою ПТЛ для керування якої розроблена АСКЗ представлено на рис.1. Ділянка ПТЛ включає приймальні бункери (ПБ-1, ПБ-2), норії (Н-10, Н-10.1, Н-11, Н-11.1, Н-9) та транспортери (КЛ-18, КЛ-19).

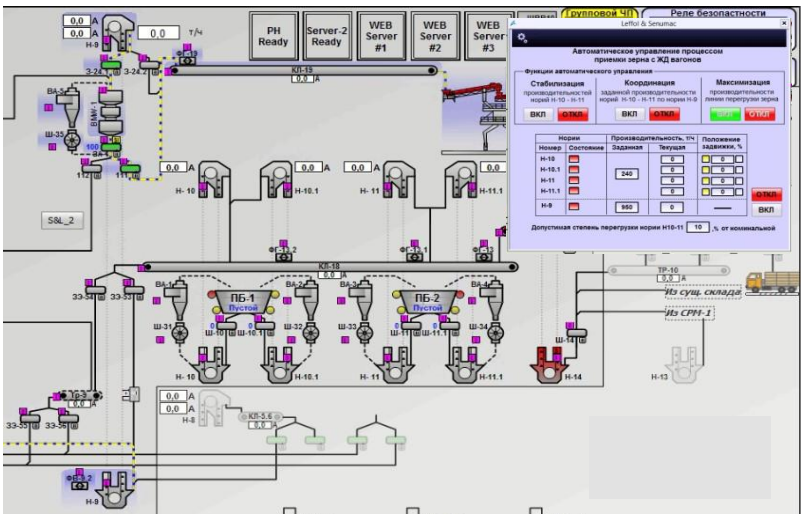


Рис. 1. Фрагмент технологічної схеми з ділянкою ПТЛ приймання зерна із залізничного транспорту.

АСКЗ ПТЛ приймання зерна із залізничного транспорту реалізує наступні основні функції:

1. Автоматичний перерахунок струмів навантаження норій Н-9, Н-10..Н-11 в значення їх ступенів завантаження (% від номінальної) і подальшим автоматичним перерахунком ступенів завантаження норій Н-9, Н-10..Н-11 значення їх продуктивності (т/ч).

2. Автоматичне відкриття засувок у норіях Н-10..Н-11 на задане оператором безпечне значення при спустошенні приймального бункера, що запобігає значним навантаженням норій Н-10..Н-11 на початку вивантаження зерна з вагона.

3. Автоматична стабілізація продуктивності норій Н-10.Н-11 на встановленому оператором заданому значенні. Актуально для режимів переміщення зерна, що змінюються, і зміни бажаної продуктивності кожної норії Н-10..Н-11.

4. Автоматична координація заданих продуктивності норій Н-10..Н-11 за поточною та заданою продуктивністю норії Н-9. Координація виконується з урахуванням встановленого оператором допустимого ступеня навантаження норій Н-10..Н-11. Актуально для режимів мінливого переміщення зерна та зміни бажаної продуктивності норії Н-9.

5. Максимізація продуктивності лінії перевантаження зерна.

Активація необхідних функцій керування у виробничій ситуації, що складається, виконується оператором за допомогою вікна графічного інтерфейсу оператора центрального диспетчерського пункту (див. рис.1).

Результати тестування показали, що АСКЗ забезпечує досить високу точність розрахунку продуктивності ПТЛ, швидкий перехід ПТЛ з початкової продуктивності на номінальну, стабілізацію продуктивності ПТЛ на високих рівнях при формуванні потоку зерна одночасно з кількох джерел з вкрай нерівномірним характером переміщення зерна. При цьому АСКЗ ефективно запобігає виникненню аварійних ситуацій, пов'язаних із завалами зерна в башмаках норій через перевантаження ПТЛ особливо на початковому етапі вивантаження зерна з вагонів у порожні приймальні бункери. Виробничі випробування показали що використання системи дозволило збільшити середню продуктивність приймання зерна приблизно на (15-17)%.

Джерела підвищення ефективності роботи ПТЛ при застосуванні АСОЗ:

- скорочення часу роботи ПТЛ зі зниженою продуктивністю, особливо в режимах нерівномірної подачі зерна з приймальних бункерів, за рахунок безперервного керування положенням засувок, що стабілізує завантаження ПТЛ;
- максимізація продуктивності ПТЛ до її гранично допустимих значень визначених початком розвитку завалу зерна в башмаках норій ПТЛ.
- гарантоване запобігання аварійним зупинкам ПТЛ через їх перевантаження зерном та їх негативні наслідки.

Фрагмент діаграми (рис. 2) зміни продуктивності норій ПТЛ приймання зерна із залізничного транспорту, ілюструє реальну виробничу ситуацію, коли система ефективно реалізує функцію автоматичної координації заданої продуктивності норій Н-10..Н-11 за поточною та заданою продуктивністю норії Н-9 і забезпечує високу стабільну продуктивність ПТЛ на рівні біля 950 т/год.

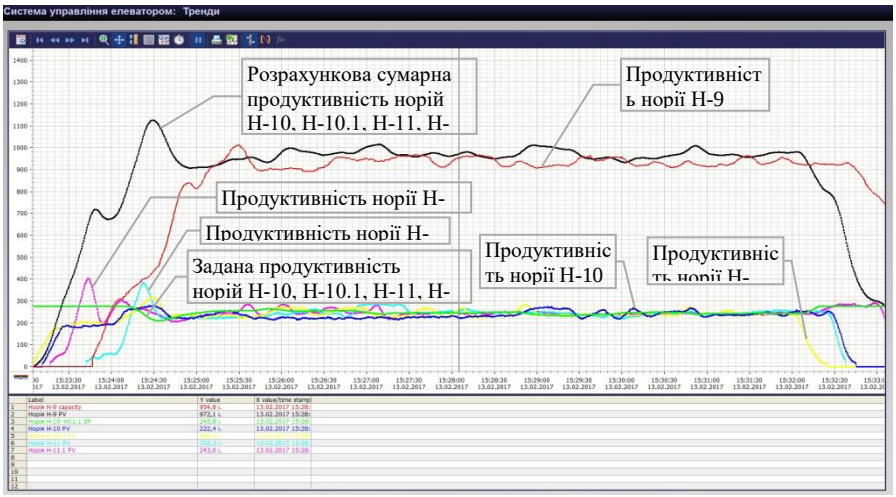


Рис. 2. Вікно «Тренди» з діаграмами зміни продуктивності норій ПТЛ приймання зерна із залізничного транспорту при вивантажені двох вагонів кукурудзи.

Список використаної літератури

1. Пат. на винахід 99525 Україна, МПК (2011.01), B65G 17/00, G01R 29/00. Спосіб контролю ступеня завантаження конвеєра / Аннаев Б. С., Герасимов В. В., Хобин В. А., Кирьязов И.Н., Шестопалов С. В. и др. – № a201014455; заявл. 03.12.10; опубл. 25.05.12, Бюл. № 10. – 14 с.

2. Пат. на винахід 95887 Україна, МПК (2011.01), B65G 17/00, B65G 47/46 (2006.01), B65G 65/42 (2006.01), G01G 11/12 (2006.01). Спосіб автоматичного управління завантаженням потоково-транспортної лінії сипких матеріалів / Аннаев Б. С., Герасимов В. В., Хобин В. А., Кирьязов И.Н., Шестопалов С.В. и др. – № a201015861; заявл. 29.12.10; опубл. 12.09.11, Бюл. № 17. – 24 с.

УДК 663.34:664.0:636.084

МІКРОПРОЦЕСОРНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ОЧИСТКИ РОСЛИНИХ ОЛІЙ

Кобзар О.В. (baiker1232@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Сфера виробництва олії та жирів є ключовим сегментом харчової промисловості у всьому світі, привертаючи увагу вчених до питань підвищення ефективності, зменшення енерговитрат і підвищення якості продукції. В рамках даного дослідження вивчається питання вдосконалення керування процесом роботи електромеханічних систем центрифуги при первинній очистці олії з метою покращення якості отримуваної олії та підвищення енергоефективності центрифуги. Це дозволить центрифузі працювати на оптимальному рівні продуктивності та зменшить витрати енергії. Додатково це дозволить більш точно регулювати параметри очищення сировини, такі як

швидкість обертання центрифуги та подання оптимальної кількості сировини, також це дозволить налаштовувати режими роботи обладнання в залежності від поданої сировини

Галузь виробництва харчових олій є значним сегментом на глобальному ринку, оскільки існує великий попит на різноманітні види харчової олії у галузі харчової промисловості, кулінарії та інших областях використання. Зниження втрат електроенергії та оптимізація витрати сировини в цій сфері може призвести до великої економічної вигоди, збільшуючи прибутковість для виробників харчової олії і можливо, призводячи до зниження цін для споживачів цієї продукції. Цих позитивних результатів можна досягти, підвищуючи ефективність електромеханічного обладнання для виробництва харчової олії, зокрема, шляхом вдосконалення автоматичного керування центрифугою для очищення рослинної олії.

Багато науковців звертали увагу на цю проблему, але розроблені рішення характеризуються низькою енергоефективністю та низькою якістю готової продукції.

У Одеському національному технологічному університеті, в рамках наукового дослідження аспіранта, започатковано використання мікропроцесорного управління частотою обертання центрифуги з метою підвищення енергоефективності електромеханічної системи центрифуги для очищення рослинної олії та підвищення її якості.

В даному напрямку був проведений огляд літератури з питань автоматичного управління електромеханічною системою центрифуги, визначена мета та поставлені завдання для проведення наукового дослідження.

Створена загальна структурна схема запропонованого рішення у формі блок-схеми, а також проведений аналіз особливостей його роботи та апаратної реалізації.

Система спрямована на підвищення енергоефективності електромеханічної системи центрифуги, яка використовується для очищення рослинної олії. Це досягається завдяки впровадженню інноваційних підходів до автоматичного керування. З їх використанням система забезпечує точний та оптимальний контроль над роботою центрифуги, що призводить до зменшення споживання електрики та підвищення загальної технологічної ефективності.

Система буде використовувати комплекс програмних і апаратних компонентів для досягнення цілі зменшення енерговитрат в центрифузі.

Щодо апаратного забезпечення керування електромеханічною системою центрифуги, воно включає в себе датчики, мікропроцесорний контролер та виконавчі механізми. Вони контролюють і регулюють параметри, які характеризують роботу ротора, шнека та живильника. Датчики надають в реальному часі дані про регульовані параметри, такі як швидкість подачі сировини живильником, крутний момент і ступінь завантаженості шнека шламом. Мікропроцесорний контролер обробляє цю інформацію та надає керуючі дії на виконавчій механізм. Це дає можливість системі приймати обґрунтовані рішення, які оптимізують процес очищення олії.

Програмний компонент системи включає складні алгоритми та логіку керування, які забезпечують обробку даних від датчиків і формують точні сигнали керування. Ці керуючі сигнали передаються на привід, що дозволяє системі утримувати швидкість, крутний момент та інші параметри роботи ротора на заданому рівні з високою точністю.

Автоматизоване керування має ряд переваг. По-перше, воно забезпечує оптимальний рівень продуктивності для центрифуги, що, в свою чергу, забезпечує високу енергоефективність. По-друге, це дозволяє системі керування центрифугою швидко підлаштовуватися до умов, які можуть змінюватися впродовж процесу очистки рослинної олії, і забезпечувати оптимальне робоче навантаження. По-третє, система забезпечує постійний моніторинг процесу очистки рослинної олії, а саме збирає інформацію та показники продуктивності шляхом реєстрації та аналізу даних, що поступають від електромеханічної системи центрифуги.

Список використаної літератури

[1] Центрифугальное оборудование производства АО «СМНПО - Инжиниринг»/ Офіційний сайт компанії АО «СМНПО - Инжиниринг».- URL: https://frunze.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/ Centrifugi-katalog-2021-02.pdf.

[2] Машины и аппараты химических производств/ Офіційний сайт методичної літератури.- URL: https://studfile.net/preview/9505578/page:40-50.

[3] AIP Україна: Електродвигун 7,5 кВт 3000 об/хв. – АИР112М2/ Офіційний сайт ТОВ «Системи якості».- URL: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodvigatelei_air/air-112m2-7-5-kvt-3000-ob-min.

[4] Офіційний сайт ЛНТУ.- URL: https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files.

УДК 681.5.004.94

ПРИКЛАДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЛОГІЧНОГО КЕРУВАННЯ В ПРОГРАМІ STATEFLOW

Левінський М.В., Левінський В.М.
(MaxLevinskyi@gmail.com, ValeryLevinskyi@gmail.com)
Національний університет «Одеська морська академія»,
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В доповіді розглядаються приклади моделювання системи логічного керування транспортною ділянкою переміщення сипучих вантажів в програмах Simulink і Stateflow середовища MATLAB та перевірка працездатності автоматично створеної програми керування ділянкою в середовищі TIA Portal

Актуальність. Складність розробки алгоритмів і програм логічного керування, наприклад, транспортними ділянками переміщення сипучих вантажів, зростає із збільшенням числа механізмів та датчиків, які забезпечують їх функціонування. При цьому використання лише евристичних методів розробки алгоритмів і програм створює загрозу виникнення помилок та збільшую час, необхідний для тестування. В даному випадку раціонально використати програми, які засновані на теорії кінцевих автоматів і дають можливість моделювати процеси, що управляються подіями.

Мета. Розглянути на прикладах доцільність використання таких програм для побудови алгоритмів і програм системи логічного керування транспортною ділянкою переміщення сипучих вантажів.

Метод. В якості методу дослідження обране моделювання системи керування із застосуванням програм Simulink та Stateflow середовища Matlab.

Результати. Наведені приклади моделювання системи логічного керування із застосуванням програм Simulink та Stateflow. Отримані тексти програм керування на мові SCL для подальшого програмування промислових контролерів Simatic в середовищі TIA Portal.

Висновки. Наведені приклади підтвердили доцільність використання програми Stateflow для побудови та тестування алгоритмів системи логічного керування і автоматичного отримання текстів програм для промислових контролерів. Програма Stateflow може бути рекомендована для підготовки спеціалістів з автоматизації виробничих процесів в отриманні навичок аналізу і синтезу систем логічного керування.

Список використаної літератури

[1]. *Stateflow and Stateflow CoderUser's Guide*. USA:The MathWorks Inc, 2009.
[2] D. Shames, and D. Rosner. "Stateflow: A simulation environment for embedded systems". *IEEE Control Systems Magazine*, 19(4), p. 49-57, 1999.
[3] M. Burke. *Stateflow Best Practices*. USA:The MathWorks Inc, 2012.
[4] https://uk.mathworks.com/products/simulink.html.
[5] https://uk.mathworks.com/products/stateflow.html

УДК 004

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ КРІОГЕННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. ІНТЕРФЕЙС СИСТЕМИ.

Монченко М.Ю., Мамренко В.О., Селіванова А. В.
(shmonda@gmail.com, vmamrenko@cryoin.com, av_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Метою даної роботи є визначення актуальності застосування інформаційних технологій, а саме інтерфейсу системи при управлінні технологічними процесами кріогенної промисловості.

Стрімкий розвиток нових технологічних засобів, програмних продуктів, електронних, комунікаційних мереж зумовлюють потребу аналізу сучасного стану інформатизації освіти в Україні й визначення її подальших перспектив і тенденцій розвитку в контексті впровадження та використання інформаційних технологій в діяльності підприємств.

Реалії сучасного стану технологічних процесів кріогенної промисловості визначають, що розвиток інформаційних технологій, а саме розробка та впровадження на основі сучасної моделі ергономічного інтерфейсу кріогенної системи безпосередньо впливає на зростання показників у кріогенній промисловості та поліпшення якості підготовки фахівців для роботи на підприємствах. Тому, безперечно, своєчасне впровадження інформаційних технологій при управлінні технологічними процесами кріогенної промисловості та визначення найбільш адаптивних засобів застосування інтерфейсу системи відкриває широкий спектр конкурентних можливостей. Але впровадження нових технологій вимагає прийняття цілого комплексу заходів, спрямованих на розробку нового інтерфейсу кріогенної, його апробацію та програми впровадження нової інформаційної системи в управлінні технологічними процесами у промисловості. Виходячи з обґрунтованої актуальності даної проблематики, автором було обрано тему дипломної роботи: «Дослідження застосування інформаційних технологій при управлінні технологічними процесами кріогенної промисловості. Інтерфейс системи». Відповідно, предметом є інформаційні технології в управлінні технологічними процесами, а об’єктом – інтерфейс кріогенної системи.

Мета дипломної роботи – розробка та застосування сучасного інтерфейсу для управління технологічними процесами кріогенної промисловості.

Основні задачі: теоретичний аналіз наукової літератури з вищезазначеної проблематики; узагальнення теоретичних першоджерел; планування етапів дослідження; розробка інтерфейсу кріогенної системи; застосування та апробація системи у навчальному процесі.

Наукова новизна дипломної роботи полягає в тому, що вперше було досліджено та обґрунтовано ефективність застосування сучасного інтерфейсу управління технологічними процесами в кріогенній системі у навчальному процесі. Практична значимість – безпосередньо впровадження цієї системи до навчального процесу.

Сучасні інформаційні технології дозволяють створити єдине інформаційне середовище, фізичною основою якого є інтегровані комп’ютерні мережі та системи зв’язку, що дає змогу супроводжувати та координувати як технологічні процеси, так і ділову діяльність на підприємстві.

Але для економічного та більш зручного, якісного управління моделлю технологічного процесу у криогенній промисловості виникає гостра потреба у розробці доступного та ергономічного інтерфейсу системи, що дозволить спростувати та зробить більш доступним формування навичок та професійних компетентностей при підготовці сучасних фахівців.

Дослідженню різних аспектів інформатизації в Україні в умовах глобалізації та розвитку цифрового простору присвячені роботи таких учених, як Л.Є. Довгань, А.В. Козинець [1], А.Ф. Манако, І.В. Кононенко [2], Мартинюк [3] та ін. У роботах науковців докладно та широко висвітлюється актуальність упровадження інформаційних технологій, їхня роль, перспективи подальших впливів на стратегічні пріоритети. Але не досить уваги приділяється проблемам застосування інтерфейсів кріогенних систем, визначення їхніх переваг для подальшого застосування в управлінні технологічними процесами криогенної промисловості.

Сьогодні на ІТ-ринку можна спостерігати велике розмаїття програмних продуктів, але багато з них знаходяться на стадії розвитку; немає універсального механізму регулювання ринку попиту та пропозицій; немає ефективних, оптимальних інструментів або інтерфейсів кріогенних систем, які б задовольняли інтересам операторів на виробництві [1]. Також бракує інструментів для практичної підготовки та навчання здобувачів ЗВО в даній галузі, що дало б змоги до проходження виробничої практики, набути навичок роботи з обладнанням.

При виконанні третьої задачі дипломної роботи, а саме, розробки інтерфейсу кріогенної системи було спроектовано людино-машинний інтерфейс, який представлено на рис. 1.

Даний графічний інтерфейс є ергономічним, тобто, більш пристосований до операційних можливостей операторів, а також формування практичних навичок здобувачів.

Можемо підсумувати що розробка та впровадження ергономічного інтерфейсу системи в управлінні технологічними процесами кріогенної промисловості дозволить підвищити якість підготовки операторів на виробництві. До того ж, впровадження такої системи у навчальний процес дозволить підвищити якість підготовки здобувачів ЗВО галузі низькотемпературної техніки та удосконалить їх операційні навички управління, вищезазначеними процесами, не вимагаючи застосовувати складне та дороговартісне обладнання. Також це має вагоме значення під час військового стану, коли здобувачі зможуть набувати досвіду роботи з кріогенними системами в безпечних умовах.

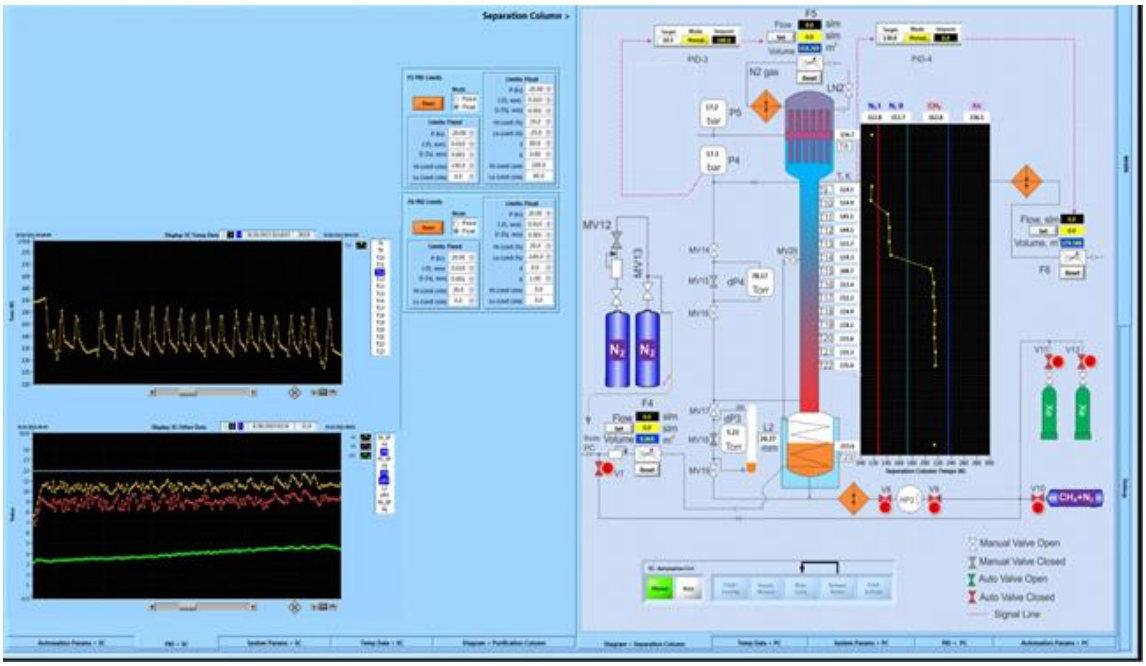


Рис.1 Людино-машинний інтерфейс кріогенної системи

Список використаної літератури

1. Довгань Л.Є., Козинец А.В. Розвиток ІТ-сфери: проблеми та шляхи вирішення в забезпеченні конкурентоспроможності вітчизняних підприємств. URL: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24607/1/2018-12_2-02.pdf.

2. Кононенко И. В. Букреева И.В. Модель и метод оптимизации портфелей проектов предприятия для планового периода. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. № 1/2(43). С. 9–11.

3. Мартинюк О.А. Розвиток інформатизації у глобальному економічному просторі. *Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету. Серія Економіка.* 2015. Вип. 24. С.81–83. URL:http://www.visnyk econom.uzhnu.uz.ua/archive/24_2_2019ua/5.pdf

УДК 004.85

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ГРУПУВАННЯ З МЕТОЮ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ КЛІЄНТСЬКИХ СЕГМЕНТІВ

Олійник С.В. (sviatoslav.oliinyk.knm.2020@lpnu.ua),
Бойко Б.М. (Bohdan.Boiko.mMEBA.2022@lpnu.ua)
Національний університет “Львівська політехніка” (Україна)

Дослідження має на меті розглянути можливість створення цільових груп клієнтів шляхом використання різних методів кластеризації та порівняти їх ефективність у бізнесовому контексті. Проведено аналіз різних підходів до кластеризації для формування цільових клієнтських сегментів. Отримані результати будуть корисними для практиків у сфері бізнесу та маркетингу, оскільки вони дозволять визначити найбільш ефективний метод кластеризації для створення цільових груп клієнтів.

Сьогодні, у галузі бізнесу, кожна компанія намагається максимально ефективно просувати свої товари або послуги серед своєї цільової аудиторії. Один із ключових методів, які використовуються для досягнення цієї мети, - це розділення клієнтів на цільові групи та використання індивідуальних підходів до кожної з них. Актуальність даної роботи полягає в дослідженні різних методів кластеризації та їх використанні для створення цільових груп клієнтів з метою підвищення ефективності маркетингових кампаній. Основною метою цього дослідження є встановлення, який метод кластеризації є найбільш ефективним для формування цільових груп клієнтів і порівняння його з іншими доступними методами [1].

У сучасному світі, конкуренція між компаніями щороку зростає. Традиційні стратегії для привертання та утримання клієнтів вже не так ефективні, оскільки ринок насичений подібними продуктами та послугами [2]. Для вирішення цього виклику компанії повинні мати більш глибоке зрозуміння своїх клієнтів, ніж конкуренти, і, головне, розуміти, що саме їм потрібно та чому вони обирають той чи інший продукт. У цьому контексті машинне навчання та методи кластеризації можуть бути важливими інструментами.

Методи кластеризації є одними з найбільш розповсюджених технік машинного навчання, які використовуються для групування схожих об'єктів у категорії. Кластеризація дозволяє відокремити групи клієнтів за схожими характеристиками або поведінкою і створити на їх основі цільові групи [3].

Набір даних клієнтів роздрібної торгівлі в Інтернеті представляє собою цінний ресурс для проведення аналізу сегментації клієнтів. Даний датасет (Рис. 1) містить інформацію про понад 500 000 транзакцій в онлайн-магазині, включаючи дату покупки, придбані товари, ціну кожного товару та країну розташування клієнта.

За допомогою функції describe() з бібліотеки Pandas була створена описова статистика для цього набору даних. Ця статистика надає швидкий загальний огляд центральних показників, варіабельності та розподілу даних, включаючи наступну базову інформацію:

- Кількість спостережень (записів) у датасеті.
- Середнє значення (середній показник) для числових змінних.
- Стандартне відхилення, яке вказує на розкид даних навколо середнього значення.
- Мінімальне та максимальне значення для кожної числової змінної.
- Квартилі (25%, 50%, 75%) як міри центральної та характеристики розподілу даних.

Ця описова статистика допомагає отримати загальне уявлення про структуру та розподіл даних, що далі може бути використано для подальших аналітичних висновків та визначення стратегій сегментації клієнтів.

За допомогою цього набору даних можна отримати важливе уявлення про моделі поведінки та вподобання клієнтів. Визначити цінних клієнтів і розробити цільові маркетингові стратегії, які спрямовані на підвищення лояльності клієнтів і збільшення прибутку компанії. Повний обсяг даних в цьому наборі даних надає можливість виявити значущі групи клієнтів та визначити тенденції в їхньому споживанні та поведінці.

	Quantity	UnitPrice	CustomerID
count	406829.000000	406829.000000	406829.000000
mean	12.061303	3.460471	15287.690570
std	248.693370	69.315162	1713.600303
min	-80995.000000	0.000000	12346.000000
25%	2.000000	1.250000	13953.000000
50%	5.000000	1.950000	15152.000000
75%	12.000000	3.750000	16791.000000
max	80995.000000	38970.000000	18287.000000

Рис. 1. Опис вхідних даних

Важливо відзначити, що для оптимального використання цього набору даних може знадобитися певна попередня обробка та очищення. Це може включати видалення дублікатів, обробку відсутніх значень та стандартизацію змінних, щоб забезпечити однорідність та порівнюваність даних між різними клієнтами [4].

Однією з ключових переваг цього набору даних є його доступність для загального використання. Він надає можливість використовувати різні методи кластеризації та аналізу для порівняння результатів і розвитку більш ефективних стратегій в маркетингу та утриманні клієнтів.

У останні роки спостерігається значний ріст застосування стратегій цільового маркетингу компаніями різного розміру. Ця тенденція пояснюється розвитком цифрових маркетингових каналів, які надають компаніям змогу ефективно налаштовувати свою цільову аудиторію. Це вимагає значних інвестицій у розроблення та впровадження цільових кампаній, які враховують потреби та вподобання клієнтів [1].

Однією з ключових тенденцій у цьому контексті є використання алгоритмів машинного навчання для кластеризації та сегментації. За допомогою штучного інтелекту, компанії можуть виявляти закономірності та інсайти в даних своїх клієнтів, які було б важко або неможливо виявити за допомогою традиційних методів. Використання алгоритмів кластеризації дозволяє групувати клієнтів на основі їхніх спільних характеристик, таких як демографічні дані, поведінка та вподобання, і це відкриває можливості для створення персоналізованих маркетингових кампаній.

Проте, існують деякі виклики, які треба вирішити, щоб успішно впроваджувати ці стратегії. Важливо мати якісні та об'ємні дані, оскільки це ключовий фактор для ефективного використання машинного навчання. Також необхідний технічний досвід у галузі аналізу даних та машинного навчання для успішного застосування цих методів.

Загалом, розвиток стратегій цільового маркетингу швидко продовжується. Нові технології та методи надають можливість створювати більш розширені та ефективні цільові кампанії, які використовують силу машинного навчання та аналізу даних для взаємодії з клієнтами і підвищення ефективності маркетингових зусиль.

Взагалі, було проведено аналіз за допомогою методу кластеризації K-Means на вхідних даних, які містять інформацію про транзакції в онлайн-магазині. Ми провели серію експериментів, використовуючи різну початкову кількість кластерів, і для оцінки результатів використовували показник silhouette score (Табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна таблиця для методу K-Means

N кластерів	5	10	15	20	9
Silhouette score	0.48	0.45	0.47	0.42	0.515

Таким чином, на основі отриманих результатів можна стверджувати, що найкращим варіантом для методу K-Means є використання 9 кластерів.

Метод K-Means є одним з найбільш розповсюджених підходів для кластеризації і сегментації клієнтів. Проте він потребує попереднього визначення кількості кластерів, що не завжди можливо зробити перед виконанням аналізу і може вплинути на результати. Використання методу "ліктя" допомагає визначити оптимальну кількість кластерів для конкретних даних, як ми

зробили у нашому дослідженні, отримавши найкращий результат при 9 кластерах.

Після застосування методу K-Means до даних були обчислені середні значення трьох характеристик (доход, унікальні елементи, частота) для кожного кластера. Результати представлені у формі таблиці (Рис. 2).

Cluster	Revenue	UniqueItems	Frequency
0	444.256215	24.994068	18.592684
1	32970.662917	75.833333	515.250000
2	241136.560000	327.000000	456.000000
3	1239.726135	42.641107	233.433992
4	64776.602500	1503.750000	594.250000
5	2680.212703	78.648294	539.251969
6	6236.801824	303.226415	417.062893
7	2852.447883	141.883168	239.906931
8	75746.402500	558.250000	528.500000

Рисунок 2 - Результати застосування методу K-Means.

Загалом, результати цього дослідження методу кластеризації K-Means надають цінну інформацію для сегментації клієнтської бази. Отримані дані підкреслюють важливість уважного вивчення кількості та якості кластерів, а також можливість інтерпретації характеристик цих кластерів. Визначені цільові групи клієнтів та їхні характеристики можна використовувати для налаштування маркетингових стратегій, підвищення рівня задоволеності клієнтів та підтримки росту бізнесу.

Висновки. У даній роботі було проведено дослідження щодо створення цільових груп клієнтів за допомогою методів кластеризації. Із заглибленим аналізом літературних джерел була визначена важливість цільових кампаній для охоплення конкретних сегментів споживачів та максимізації маркетингової ефективності. Поставивши перед собою завдання, ми мали на меті використати обраний метод кластеризації для створення цільових груп клієнтів.

Під час аналізу матеріалів та методів, були обговорені основні стратегії, що застосовуються в цільових кампаніях, і висвітлили поточний стан досліджень у цій галузі. Було висвітлено важливість методів кластеризації як потужного інструменту для ідентифікації груп клієнтів на основі схожості та шаблонів у їхніх характеристиках та поведінці. Крім того були досліджені допоміжні методи аналізу даних, які можуть підвищити точність та надійність результатів кластеризації.

У серії експериментів був застосований алгоритм кластеризації K-Means. Ці експерименти дозволили оцінити ефективність та придатність цього методу для створення цільових груп клієнтів. Була проведена серія експериментів із різною кількістю кластерів для оцінки результатів та пошуку оптимального значення. Також, був використаний допоміжний метод "ліктя" для визначення оптимального початкового значення.

Можливі оптимізації результатів включають удосконалення методів попередньої обробки даних та створення нових ознак для підвищення точності та ефективності кластеризації. Крім того, оптимізація параметрів методів є ще одним важливим аспектом покращення результатів кластеризації. Різні алгоритми кластеризації мають різні параметри, які можна налаштувати для досягнення точних результатів. Проведення аналізу чутливості та експериментів із налаштуванням параметрів може допомогти визначити оптимальні налаштування параметрів для кожного алгоритму та набору даних, що підвищить ефективність кластеризації.

Перспективами подальших досліджень є застосування інших методів кластеризації для отримання кращих результатів. Інші методи, такі як Affinity Propagation або DBSCAN, можуть бути досліджені, щоб подолати обмеження традиційних алгоритмів і виявити більш нішові сегменти клієнтів. Крім того, інтеграція інших методів аналізу даних може допомогти забезпечити більш повне розуміння поведінки та вподобань клієнтів.

Додатково, вивчення впливу включення додаткових джерел даних, таких як дані соціальних медіа або геопросторової інформації, у процес кластеризації може призвести до розширених моделей сегментації.

References

[1] Tabianan, K.; Velu, S.; Ravi, V. K-Means Clustering Approach for Intelligent Customer Segmentation Using Customer Purchase Behavior Data. Sustainability 2022, 14, 7243. https://doi.org/10.3390/su14127243.

[2] Nie, F.; Li, Z.; Wang, R.; Li, X. An Effective and Efficient Algorithm for K-means Clustering with New Formulation. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 2022. Available online: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9723527/

[3] Sinaga, K.P.; Yang, M.S. Unsupervised K-means clustering algorithm. IEEE Access 2020, 8, 80716–80727.

[4] Kuruba Manjunath, Y.S.; Kashef, R.F. Distributed clustering using multi-tier hierarchical overlay super-peer peer-to-peer network architecture for efficient customer segmentation. Electron. Commer. Res. Appl. 2021, 47, 101040.

УДК 004.4’22

МОДЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB Simulink ДЛЯ КОНТРОЛЕРІВ З ВИКОНАВЧОЮ СИСТЕМОЮ CoDeSys V3.5

Пашков С. О., Філярський В. І., Петренко Д. С. (sergypashkov2001@gmail.com, filyarsky@gmail.com, dmytropetrenko00@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В дослідженні розглянута методика використання середовища Matlab Simulink для модельно-орієнтованого проектування програмного забезпечення програмованих логічних контролерів (ПЛК) з виконавчою системою CoDeSys V3.5.

Постановка проблем. Після розробки та тестування алгоритмів безперервного та логіко-програмного керування, спеціалістами з систем керування, під час програмування ПЛК спеціалістами-програмістами подекуди виникають різноманітні проблеми пов’язані з «людським» фактором, які призводять до неточної реалізації алгоритму в програмному коді. Одним з шляхів запобігання цих помилок є використання модельно-орієнтованого проектування програмного забезпечення, що дозволяє розробляти та проводити імітаційне моделювання як усієї системи цілком, так і її компонентів. А автоматична генерація програмного коду зменшує вірогідність появи більшості помилок пов'язаних із людським фактором та дозволяє суттєво скоротити час розробки та верифікації прикладного програмного забезпечення. Одним з інструментів модельно-орієнтованого проектування є пакет прикладних програм MATLAB та його додаток для візуального програмування при моделюванні динамічних систем SIMULINK. Додаток Simulink PLC Coder дозволяє конвертувати отриманий алгоритм або його частини у програмний код для подальшого використання в різноманітних ПЛК. У статті розглянуто процес конвертації частини алгоритму у програмний код та його імпорт у виконавче середовище CoDeSys V3.5.

Перелік вирішених завдань. У дослідженні розглянуті питання використання модельно-орієнтованого проектування при розробці алгоритмів керування на прикладі реалізації фільтра низьких частот у середовищі Matlab Simulink, генерації програмного коду згідно стандарту IEC 61131-3 та його імпорт у середовище CoDeSys V3.5.

Суть дослідження. Додаток Simulink PLC Coder доступний на версіях Matlab 2012a та новіших, тому розробка фільтру проводилась у версії Matlab 2022b. До прикладу розглянемо задачу реалізації фільтру низьких частот другого порядку з передатною функцією $\frac{10p+1}{(2p+1)^2}$ та часом квантування $T_к$ = 0.1с. Переведемо задану передатну функцію з неперервного часу у дискретний і в результаті отримуємо наступне рівняння $\frac{101-100z^{-1}}{441-840z^{-1}+400z^{-2}}$. У найпростішому випадку для реалізації передатної функції фільтра скористаємося елементом Discrete Filter з бібліотеки plclib для чого у командному рядку Matlab необхідно прописати команду «plclib». Копіюємо обраний

блок у поле Simulink, записуємо у ньому z-передатну функцію та встановлюємо час квантування Sample Time = 0.1. Налаштування Discrete Filter наведені на рисунку 1.

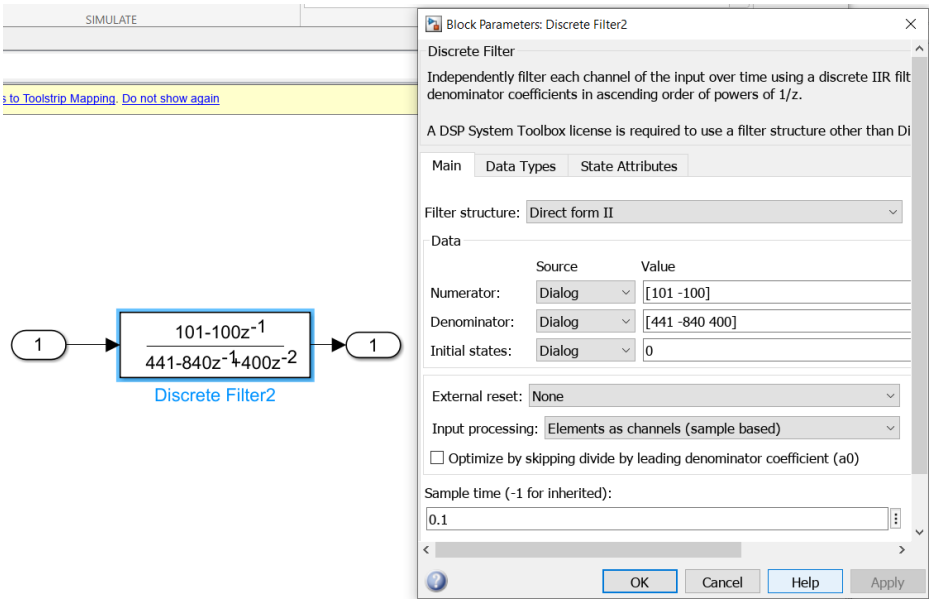


Рисунок 1 – Реалізація фільтру низьких частот у цифровій формі в середовищі імітаційного моделювання Matlab Simulink

Далі отриманий алгоритм об'єднуємо у підсистему яку далі розглядаємо як окрему частину. Для цього виділяємо фільтр, натискаємо праву кнопку миші, обираємо «Create subsystem for selection», переходимо у параметри підсистеми та ставимо галочку навпроти «Treat as atomic unit». На рисунку 2 наведено налаштування підсистеми з фільтром.

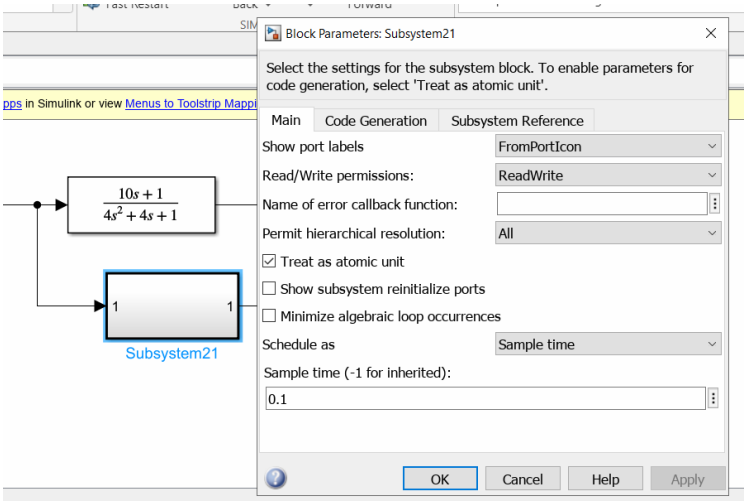


Рисунок 2 – Налаштування підсистеми алгоритму

Перед генерацією програмного коду необхідно обрати цільове інтегроване середовище розробки. Для цього натискаємо правою кнопкою миші по підсистемі та переходимо у «PLC Code => Options…», де у рядку «Target IDE» обираємо, в нашому випадку, «3S CoDeSys 3.5». Щоб згенерувати код натискаємо правою кнопкою миші по підсистемі => «PLC Code => Generate Code for Subsystem». Після чого автоматично створюються файл ST та XML Document що мають таку ж назву як і файл Simulink.

Для імпорту файлів та оновлення компонентів з Simulink PLC Coder необхідно встановити плагін CODESYS «Simulink PLC Coder Import». Далі відкриваємо проект CODESYS, переходимо в меню «Проект => Simulink PLC Coder Import…» та обираємо «Add and import PLC Coder files…» після чого відкриваємо згенерований XML Document. Для використання згенерованої частини

програмного коду необхідно додати блок «Елемент» та підписати його назвою підсистеми в Simulink. На рисунку 3 показаний функціональний блок фільтра у виконавчому середовищі CoDeSys V3.5.

```
FUNCTION_BLOCK Subsystem21
VAR_INPUT
    ssMethodType: SINT;
    In1: LREAL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    Out1: LREAL;
END_VAR
VAR
    DiscreteFilter2_states: ARRAY[0..1] OF LREAL;
    DiscreteFilter2_tmp: LREAL;
END_VAR
```

```
CASE ssMethodType OF
    SS_INITIALIZE:
        (* SystemInitialize for Atomic SubSystem: '<Root>/Subsystem21' *)
        (* InitializeConditions for DiscreteFilter: '<S1>/Discrete Filter2' *)
        DiscreteFilter2_states[0] := 0.0;
        DiscreteFilter2_states[1] := 0.0;
        (* End of SystemInitialize for SubSystem: '<Root>/Subsystem21' *)
    SS_STEP:
        (* Outputs for Atomic SubSystem: '<Root>/Subsystem21' *)
        (* DiscreteFilter: '<S1>/Discrete Filter2' *)
        DiscreteFilter2_tmp := ((In1 - (-840.0 * DiscreteFilter2_states[0])) - (400.0 * DiscreteFilter2_states[1])) / 441.0;
        (* Outport: '<Root>/Out1' incorporates:
         *  DiscreteFilter: '<S1>/Discrete Filter2' *)
        Out1 := (101.0 * DiscreteFilter2_tmp) + (-100.0 * DiscreteFilter2_states[0]);
        (* Update for DiscreteFilter: '<S1>/Discrete Filter2' *)
        DiscreteFilter2_states[1] := DiscreteFilter2_states[0];
        DiscreteFilter2_states[0] := DiscreteFilter2_tmp;
        (* End of Outputs for SubSystem: '<Root>/Subsystem21' *)
END_CASE;
```

Рисунок 3 – Згенерований програмний код фільтру у вигляді функціонального блоку у виконавчому середовищі CoDeSys V3.5.

Висновок. Simulink PLC Coder надає можливість генерувати апаратно-незалежні структуровані текстові та сходові діаграми IEC 61131-3 із моделей Simulinkmodels, діаграм стану та функцій MATLAB. Структурований текст генерується в PLCopen XML та інших форматах файлів, які підтримуються більшістю інтегрованими середовищами розробки (IDE), включаючи програмні рішення 3S-Smart CODESYS, Rockwell Automation Studio 5000, Siemens TIA Portal і Omron Sysmac Studio. Ви можете скомпілювати та розгорнути отриману програму на численних програмованих логічних контролерах та програмованих контролерах автоматизації. Інструмент «Simulink PLC Coder Import» дозволяє імпортувати файли Simulink PLC Coder і оновлювати імпортовані компоненти. Всі імпортовані компоненти можуть оновлюватися автоматично з підтвердженням або без нього. Поведінку оновлення можна встановити для кожного імпортованого файлу.

Список використаної літератури

[1]. Модельно-орієнтоване проектування програмного забезпечення для вбудовуваних систем в середовищі Matlab/Simulink. Топораш Г.К., Мазур А.В, Ковальчук Д. А., Пушкін А.А. Одеська Національна Академія Харчових Технологій, м. Одеса, 2014. Available: https://www.researchgate.net/publication/307758793_Modelno-orientirovannoe_proektirovanie_programmnogo_obespecenia_dla_vstraivaemyh_sistem_v_srede_Matlab Simulink.

[2]. Кодер ПЛК Simulink - MATLAB (mathworks.com) https://www.mathworks.com/products/simulink-plc-coder.html

[3]. PowerPoint-Präsentation (codesys.com) https://www.codesys.com/fileadmin/data/Images/Download/CODESYS-Features-Improvements-lv.pdf

[4]. Simulink PLC Coder(TM) Import (codesys.com) https://us.store.codesys.com/simulink-plc-coder-import.html

[5]. Simulink PLC Coder Import — Product Data Sheet V0.0.0.1 (codesys.com) https://us.store.codesys.com/media/n98_media_assets/files/000062-F/2/Simulink%20PLC%20Coder%20Import_en.pdf

[6]. Генерація коду - MATLAB і Simulink (mathworks.com) https://www.mathworks.com/help/overview/code-generation.html?s_tid=hc_product_group_bc

[7]. Кодер ПЛК Simulink Документації (mathworks.com) https://www.mathworks.com/help/plccoder/index.html?s_tid=hc_product_card
[8]. Обмеження на генерацію структурованого текстового коду - MATLAB і Simulink (mathworks.com) https://www.mathworks.com/help/plccoder/ug/structured-text-code-generation-limitations.html

УДК 629.7.025.12

ПОРІВНЯННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ОБШИВКИ КРИЛ ЛІТАКІВ З КРИЛОМ НАДВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ З АЕРОДИНАМІЧНИМ ПІДКОСОМ ТА ЛІТАКІВ З КРИЛОМ ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ

Пелих В. П., Андрющенко В. М. (venator.verba@gmail.com, v.andryushchenko@khai.edu)
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» (Україна)

Сучасні методи розрахунку ресурсу літальних апаратів дозволяють отримати орієнтовні значення довговічності силових елементів авіаційних конструкцій на етапі розробки аванпроекту без необхідності побудови натурних зразків техніки та витрат на їх випробовування на стендах. Представлено результати розрахунку орієнтовних значень довговічності обшивки панелей для літаків з крилом надвеликого та великого подовження. Проведені розрахунки свідчать про збільшення довговічності обшивки панелей при збільшенні висоти крейсерського польоту для літаків з крилом надвеликого подовження в порівнянні з аналогічною характеристикою літаків з крилом великого подовження.

Сучасні авіаційні лайнери мають довговічність (N) конструкції в районі 60000 льотних годин [1]. Забезпечити такий ресурс неможливо при проектуванні конструкції лише за умовами статичної міцності. В роботах [1] та [2] розглядається методика розрахунку довговічності за профілями типових польотів літаків. Під профілем типового польоту мається на увазі функція висоти польоту, маси літального апарату та швидкості від часу.

В цій роботі розглянуто два літаки, що мають однакові маси, силові установки та всі геометричні параметри, окрім значення подовження крила та похідних параметрів. Параметри використаного в розрахунку профілю типового польоту представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Параметри профілю типового польоту

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Площа крила	397	$м^2$
Похідна коефіцієнту підйомної сили по куту атаки	5	1/рад
Максимальна злітна вага	280	тон
Мінімальна вага в типовому польоті	184,8	тон
Висота крейсерського польоту	10…13	км
Швидкість крейсерського польоту	800	км/год
Час набору висоти	0,75	год
Час крейсерського польоту	8	год
Час зниження	0,75	год
Сумарний коефіцієнт надійності (запас по ресурсу)	4	-
Експлуатаційне перевантаження	2,5	-
Ефективний коефіцієнт концентрації напружень	3,2	-
Номінальні напруження при одиничному перевантаженні	85	МПа
Матеріал панелі обшивки крила в розтягнутій зоні	Д16Т	-

Всі параметри, крім висоти крейсерського польоту (H) є однаковими для обох літаків. Висоти польоту досліджені в роботі [3]. Для літака з крилом великого подовження, зазвичай, H не

перевищує 10…11 км. Для літака з крилом надвеликого подовження Н знаходиться в діапазоні 12…13 км.

Розрахунки зручно представити у вигляді графіку залежності довговічності N від висоти Н крейсерського польоту (рис. 1). Лінійна частина діаграми для Н від 10 км до 13 км включно показана на рис. 2.

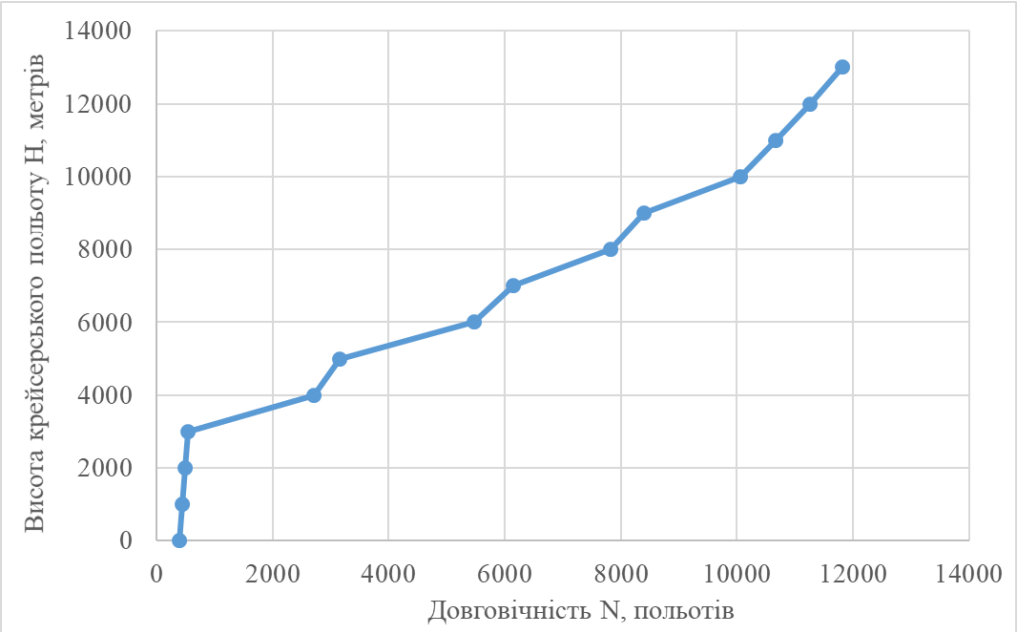


Рис. 1. Графік залежності довговічності обшивки від висоти крейсерського польоту

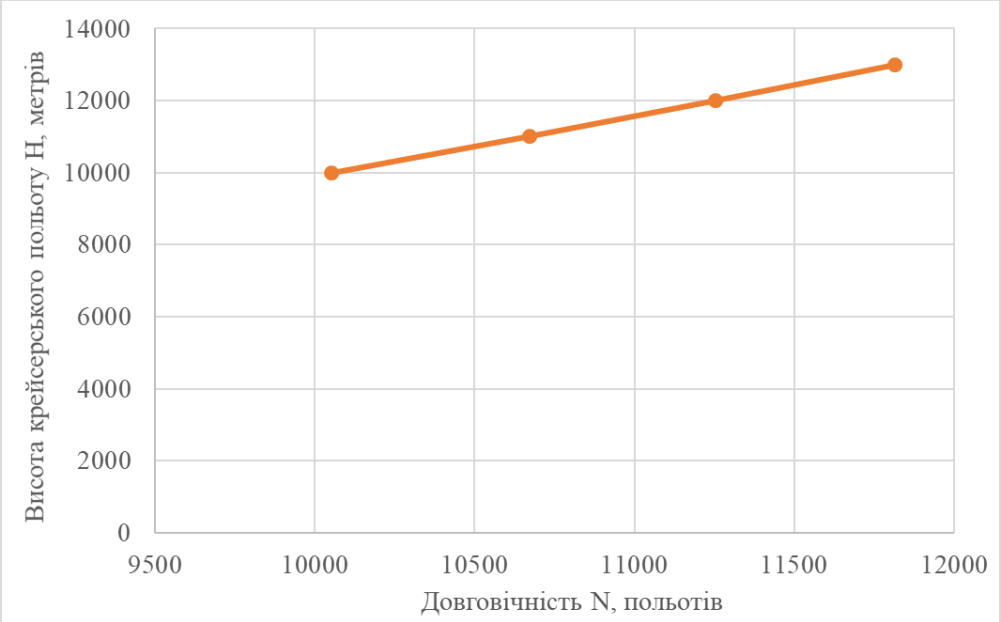


Рис. 2. Лінійна частина графіку залежності довговічності обшивки від висоти крейсерського польоту на висоті від 10 км до 13 км включно

Як видно з графіку, зі збільшенням висоти крейсерського польоту орієнтовне значення довговічності збільшується. Це пов’язано насамперед зі зменшенням кількості накоплених пошкоджень від дії атмосферної турбулентності. Зі збільшенням висоти польоту Н швидкість поривів суттєво спадає. З позначки 10 км залежність швидкості поривів і висоти польоту практично лінійна.

Найбільшу величину пошкоджень літак отримує на етапах набору висоти та посадки, проходячи на відносно низьких висотах з максимальною швидкістю та інтенсивністю поривів.

В роботі [3] показано, що за рахунок збільшення аеродинамічної якості можлива висота польоту літаків з крилом надвеликого подовження з аеродинамічним підкосом в порівнянні з висотою польоту літаків з крилом великого подовження збільшується на 2 км.

Довговічність регулярного перерізу обшивки в розрахунковій зоні крила літака для профілю типового польоту, що розглядається, при висоті крейсерського польоту 13 км складає 11813 польотів.

Довговічність регулярного перерізу обшивки в розрахунковій зоні крила літака для профілю типового польоту, що розглядається, при висоті крейсерського польоту 11 км складає 10673 польотів.

За рахунок збільшення висоти крейсерського польоту довговічність виготовленої з Д16Т обшивки панелі крила в розрахунковій зоні на 10,68 % більше для літаків з крилом надвеликого подовження з підкосом чим для літаків з крилом великого подовження.

Оскільки в розрахунку прийняті однакові напруження в конструкції при одиничному перевантаженні, при збереженні довговічності на одному рівні (у годинах польоту, або кількості польотів), можливе пропорційне зменшення маси конструкції для крила надвеликого подовження за рахунок збільшення напружень в перерізі при меншій пошкоджуваності на розрахунковій висоті польоту.

В роботі досліджено лише один профіль типового польоту. Остаточно ресурс або значення довговічності призначається тільки по результатам втомних випробувань. Проведені в цій роботі розрахунки лише показують можливу ефективність крила надвеликого подовження через збільшення довговічності силових елементів або можливе зменшення їх маси.

Список використаних джерел

1. П. О. Фомичев, «Розрахунок ресурсу авіаційної техніки», Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», с. 50, 2018.

2. П. О. Фомичев, «Сучасні методи розрахунку ресурсу літальних апаратів», Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», с. 60, 2022.

3. В. П. Пелих, В. М. Андрющенко, "Порівняння швидкостей літаків з крилом різного подовження", т. у Міжнародній науково-практичній конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». –р. 86-88: НУВГП, 2023. Дата звернення: 29 черв. 2023. [Онлайн]. Доступно: https://ep3.nuwm.edu.ua/26282.

УДК 004.2

КОНТРОЛЕР З ВИКОНАВЧИМ СЕРЕДОВИЩЕМ CoDeSys НА БАЗІ ОДНОПЛАТНОГО КОМП'ЮТЕРА BEAGLEBONE BLACK

Петренко Д. С., Філярський В. І., Пашков С. О., Мазур О. В. (mazur.a.v.ua@gmail.com, filyarsky@gmail.com, dmytropetrenko00@gmail.com, sergypashkov2001@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В дослідженні розглянуто методику розробки контролера для використання в вбудованих системах керування з виконавчим середовищем codesys на базі одноплатного комп'ютера beaglebone black, особливості завантаження програмного забезпечення, конфігурування функцій пінів GPIO контролера. В результаті отримуємо програмований логічний контролер з вільним налаштуванням системи введення/виведеня та підтримкою протоколів UART, I2C, SPI, USB2.0, mini-USB, Ethernet, HDMI, 7AI, 45DI/DO, ШІМ.

Постановка проблеми. Промислові прогамовані логічні контролери (ПЛК) стали невід'ємною частиною сучасних систем керування. Хоча кількість та різноманіття поставлених перед мини задач тільки зростають, більшість ПЛК мають закриті та жорсткі налаштування і, у зв'язку з цим, відносно обмежений функціонал. Ціна та специфічні особливості експлуатації промислових ПЛК ускладнюють їх використання при створенні вбудованих систем керування. Стаття присвячена розробці ПЛК, який матиме відкриту архітектуру, потужним виконавчим

середовищем, підтримуватиме більшість сучасних протоколів зв'язку, матиме широкий функціонал і при цьому низьку ціну.

Перелік вирішених завдань. Розроблено ПЛК з виконавчим середовищем codesys на базі одноплатного комп'ютера beaglebone black. Розглянуто функціональні можливості одноплатного комп'ютера beaglebone black а також особливості роботи з ним. Розглянуто функціональні можливості виконавчого середовища codesys.

Суть дослідження. Для реалізації ПЛК, орієнтованого на використання у вбудованих системах керування, обрано одноплатний комп'ютер beaglebone black з операційною системою (ОС) Linux.

Живлення плати beaglebone black відбувається через через USB-кабель, або зовнішнє джерело живлення 5 В постійного струму, але це рідко потрібно. Зв'язок з ПК забезпечується через USB-кабель або LAN-порт (рис. 1).

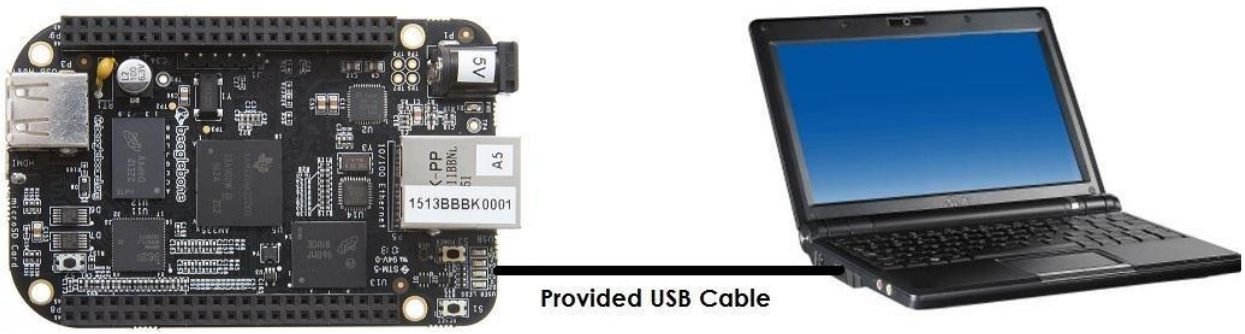


Рисунок 1 – підключення beaglebone black до ПК через USB-кабель

Тип завантажуваного образу ОС залежить від об'єму eMMC пам'яті beaglebone black. Встановити дистрибутив Linux на eMMC плати можливо з SD-накопичувача. Запуск ОС також доступний безпосередньо і з SD-накопичувача. За перебігом встановлення ОС можна спостерігати за допомогою термінальної програми пресонального комп'ютера (ПК), підключивши beaglebone black через зовнішній UART/USB конвертер до ПК. Для стабільної роботи системи встановлювати найсучаснішу версію Debian.

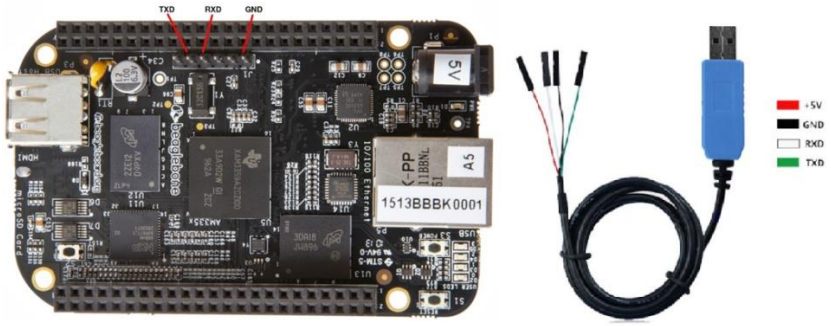


Рисунок 2 - beaglebone black та зовнішній UART/USB конвертер

Після вдалої інсталяції ОС Linux, на beaglebone black встановлюємо виконавчу систему codesys (рис 2).

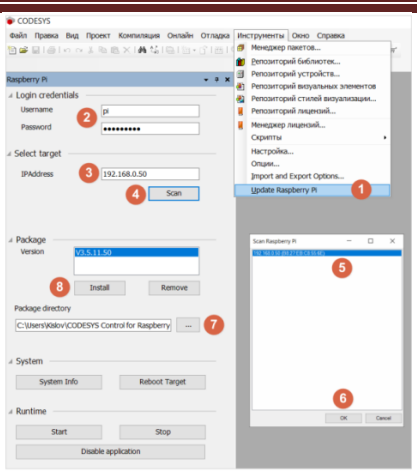


Рисунок 2 – Встановлення виконавчої системи codesys на beaglebone black

Особливістю beaglebone black є те, що більшість контактів GPIO плати може мати декілька призначень (рис 3), які ми конфігуруємо в залежності від поставленої задачі.

Рисунок 3 – Призначення контактів beaglebone black

Налаштування функцій пінів плати здійснюється шляхом редагування конфігураційних файлів beaglebone black через Putty - термінальну програму ПК(рис 5).

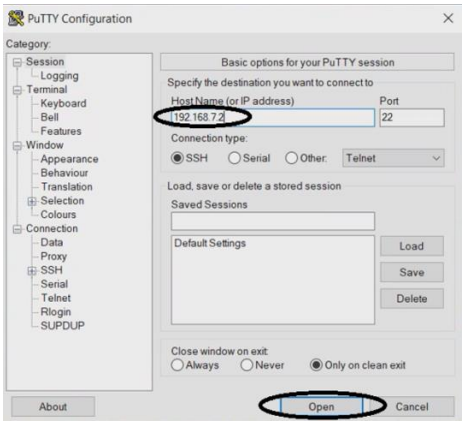


Рисунок 5 – вікно термінальної програми

У вікні терміналу beaglebone black авторизуємося (за замовчуванням логін : debian, пароль: temppwd). Для доступу до редагування конфігураційного файлу виконуємо команду sudo nano /boot/uEnv.txt (рис 6). Після завершення зберігаємо відредагований конфігураційний файл для подальшого використання.

Наприклад, для того щоб звільнити під DI/DO піни GPIO зконфігуровані для роботи з HDMI необхідно:

- розкоментувати (видалити решітки “#”) два рядки: disable_uboot_overley_video=1 disable_uboot_overley_audio=1;

- виконати команду Write Out, затиснувши клавіші Ctrl+O;
- виконати команду «перезаписати» затиснувши клавіші Ctrl+(M+A);
- затиснути клавіші Ctrl+X для виходу.

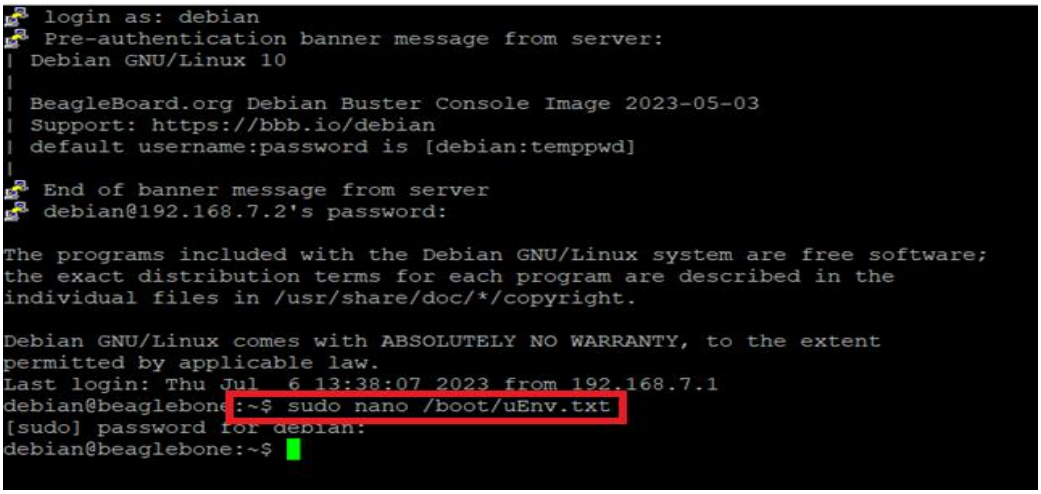


Рисунок 6 - вікно терміналу beaglebone black

Для активувації UART, необхідно знайти в конфігураційному файлі рядок #uboot_overlay_addr4=<file4>.dtbo, та замінити його на uboot_overlay_addr4=/lib/firmware/BB-UART1-00A0.dtbo.

Висновки. Таким чином на базі доступного апаратного та програмного забезпечення (beaglebone black + codesys v3.5) ми отримали ПЛК з відкритою архітектурою та підтримкою інтерфейсів UART, I2C, SPI, USB2.0, mini-USB, Ethernet, HDMI, 7AI, 45DI/DO, PWM.

Список літератури

[1]. CODESYS Control for BeagleBone SL | CODESYS Store International - https://store.codesys.com/en/codesys-control-for-beaglebone-sl.html

[2]. Терморегулятори BeagleBone Black, конфігурація штифтів, особливості та застосування (microcontrollerslab.com) - https://microcontrollerslab.com/beaglebone-black-pinout-pin-configuration-features-applications/

[3]. PowerPoint-Präsentation (codesys.com) https://www.codesys.com/fileadmin/data/Images/Download/CODESYS-Features-Improvements-lv.pdf

[4]. BeagleBone Black — BeagleBoard Documentation - https://docs.beagleboard.org/latest/boards/beaglebone/black/index.html

[5]. Beagleboard:BeagleBoneBlack Debian - eLinux.org - https://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack_Debian#U-Boot_Overlays

[6]. Setting Up the BeagleBone Black's GPIO Pins (vadl.github.io) - https://vadl.github.io/beagleboneblack/2016/07/29/setting-up-bbb-gpio

УДК 389:681.2

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЧИННИК ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ НА ШЛЯХУ ДО БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ

Пунченко Н.О. (iioonn24.01@gmail.com, iioonn24@rambler.ru)
Одеський державний аграрний університет (Україна)

Сукупність всіх наявних ознак у методах інтеграції інерційних навігаційних систем з глобальними навігаційними супутниковими системами, які базуються на технологіях штучного інтелекту, призводять до необхідності збільшення використання штучного інтелекту поруч із

професіоналізмом в розробках та використанні інтегрованих навігаційних систем. Методи передбачають використання алгоритмів штучного інтелекту. Тези теоретично показують, що інтеграція систем передбачає використання алгоритмів штучного інтелекту. А їх використання тягне за собою збільшення точності, підвищення надійності навігації.

Всебічне пізнання Світового Океану з метою використання його ресурсів є однією з глобальних проблем інноваційного суспільства [1]. В інноваційному суспільстві така галузь, як судноводіння під час зародження, визначила себе до інноваційної. Такому визначенню є доказ. А одним із найважливіших завдань для сучасного флоту є необхідність у його терміновому оновленні [2]. Це завдання тягне за собою збільшення використання штучного інтелекту. Технології штучного інтелекту підвищують ефективність систем, із якими відбувається інтеграція. Проте, щоб ефективно розкрити потенціал нових технологій, слід врахувати перехідний етап в інтеграції штучного інтелекту як із традиційними інформаційними системами, так і з існуючими кадровими ресурсами. Розглянемо системи.

Мета глобальної навігаційної супутникової системи полягає у формуванні сигналу, за яким спеціальний приймач у режимі реального часу, з параметром точність* швидкість вимірювання, визначає своє місце розташування та швидкість у трьох вимірах. Завдяки цьому можна отримати інформацію про поточне місцезнаходження та напрямок руху. Інформація важлива в судноводженні, оскільки точність навігації є базисом. Подивимося параметри, для яких задіяний штучний інтелект. Покращення точності навігації: штучний інтелект може використовувати алгоритми та методи для аналізу та коригування даних, отриманих від інерційної навігаційної систем і глобальних навігаційних супутникових систем. Це дозволяє підвищити точність визначення місцезнаходження і швидкості транспортного засобу.

Управління відхиленнями: інерційна навігаційна система може страждати від накопичення помилок вимірювань з часом. Штучний інтелект може виявити ці відхилення та коригувати їх, щоб забезпечити стабільну навігацію. Контроль стану інерційних навігаційних систем: Штучний інтелект може виявляти аномалії у функціонуванні інерційних навігаційних систем і запускати відповідні процедури технічного обслуговування або ремонту для забезпечення надійності навігації. Автоматизація процесу калібрування: інерційних навігаційних систем потребує калібрування для підтримання точності. Штучний інтелект може контролювати та автоматизувати процес калібрування для забезпечення оптимальної точності. Адаптація до змінних умов: Штучний інтелект може аналізувати зміни в умовах навколишнього середовища і вносити відповідні корекції в роботу інерційних навігаційних систем для підтримання точної навігації.

Інтеграція систем в судноводженні за допомогою штучного інтелекту може включає різні особливості, спрямовані на покращення навігації, безпеки та ефективності судноводіння. Ось деякі методи та їхні особливості. Автоматизована навігація: штучний інтелект заснований на нейронній мережі використовується для розробки систем автопілоту та автоматизованої навігації. Системи обробки даних та нейромережі допомагають суднам автоматично визначати шлях та уникати перешкод. Прогнозування погоди: штучний інтелект аналізує величезні обсяги даних погоди для прогнозування погодних умов на морі та оптимального маршруту для суден. Це допомагає покращити безпеку та ефективність судноводіння. Контроль вантажу: штучний інтелект контролює розміщення та розподіл вантажу на судні для забезпечення стабільності та безпеки плавання. Виявлення аварій і обслуговування: штучний інтелект виявляє потенційні аварійні ситуації, здійснювати діагностику обладнання та рекомендувати плани обслуговування для забезпечення надійності суден. Безпека та виявлення загроз: штучний інтелект використовує системи відеоспостереження та аналізу зображень для виявлення загроз та незаконних дій на судні. Також може бути використаний для контролю за доступом та безпекою на судні. Оптимізація споживання палива: штучний інтелект розробляє оптимальні стратегії управління рухом судна для зменшення споживання палива та зменшення викидів. Маршрутизація: штучний інтелект розробляє оптимальні маршрути для суден з урахуванням погодних умов, глибини води, портів та інших факторів. Керування комунікаціями: штучний інтелект забезпечує зв'язок між суднами та центральними операторами, а також розробляти системи аварійного сповіщення та взаємодії між суднами. Моніторинг стану морського середовища: штучний інтелект служити для моніторингу екологічних параметрів морського середовища, виявлення забруднень та оцінки

впливу на морське довкілля. Ці особливості інтеграції систем з штучним інтелектом допомагають судноводінню стати безпечнішим, більш ефективним та стало більш екологічно чистим.

Інтерес до створення інерційних вимірювальних модулів викликаний, однією з технологій, технологією мікроелектромеханічних систем, яку застосовують для створення різноманітних мініатюрних датчиків, таких як акселерометри та гіроскопи. Акселерометри і гіроскопи, що розробляються, характеризуються надмалими масою (частки грамів) і габаритами (одиниці мікрометрів), низькою собівартістю і енергоспоживанням, високою стійкістю до механічних впливів. Завдяки зазначеним перевагам безплатформні інерційні навігаційні системи на базі мікроелектромеханічних систем мають широкий спектр застосувань. Інерційна навігаційна система не може працювати автономно через похибки датчиків та похибки інтегрування, що наростають згодом [3]. Похибки нерціальних датчиків поділяються на детерміновані та випадкові. Детерміновані похибки визначаються калібрувальними процедурами. Випадкові похибки моделюються як стохастичні моделі. Внаслідок цього, точність даних інерційної навігаційної системи зберігається лише на обмежений час, особливо в безплатформній інерційній навігаційній системі низького класу, де погіршення навігаційних параметрів відбувається набагато швидше, ніж у інерційна навігаційна система навігаційного та середнього класів. Глобальна навігаційна супутникова система та інерційна навігаційна система можуть бути використані для широкого спектру навігаційних додатків, кожна система має свої переваги та недоліки

Інтеграція інерційної навігаційної системи та глобальної навігаційної супутникової системи об'єднуються в одну систему, потрібну для усунення недоліків кожної із систем. Це дозволяє зберегти переваги та компенсувати недоліки, властиві кожній із систем окремо. ІНС володіє високою точністю короткострокової навігації, тоді як ГНСС забезпечує великий охоплення та можливість отримання сигналів навігаційних супутників практично в будь-якому місці на Землі. Інтеграція дозволяє поєднати ці переваги для отримання надійної та точної навігації. ГНСС може бути супутниками перешкоджено або заблоковано в густому лісі, високих будівлях або в узькій гірській долині. ІНС, навпаки, зберігає точність інерційної навігації, навіть коли сигнал ГНСС не доступний. Інтегровані системи можуть автоматично переключатися між режимами для підтримання навігації в усіх умовах. ІНС може використовуватися для відновлення навігації після тимчасової втрати сигналу ГНСС, наприклад, через атмосферні перешкоди або інтерференцію. ІНС здатна надавати оцінку місця розташування, поки сигнал ГНСС не відновиться. ІНС виявляє деякі дрейфи помилок з часом, тоді як ГНСС може надавати абсолютну позицію. Інтеграція дозволяє виправляти дрейфи помилок ІНС за допомогою вимірів з ГНСС, підтримуючи точність на тривалий термін. ІНС може допомагати виявляти спроби сполуки ГНСС сигналів, такі як джемінг або спуфінг, і підтримувати навігацію в умовах цих атак.

Список використаної літератури

[1]. N. Punchenko, G.Kovalova O.Tsyra, M. Levkovska, V. Solodka High-precision technologies for hydro-acoustic studies of complex bottom relief are one of the areas of the special economic zone of the high-tech park Proceedings of the 1st International Conference on Intellectual Systems and Information Technologies (ISIT 2019) Odessa, Ukraine. http://ceur-ws.org ISSN 1613-0073 Published on CEUR-WS: 24-Sep-2020 ONLINE: http://ceur-ws.org/Vol-2683/URN: urn:nbn:de:0074-2683-1 ARCHIVE: http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/ftp/pub/publications/CEUR-WS/Vol-2683.zip: 58-60.

[2]. Strelbitskyi, V., Punchenko, N., Tsyra, O. Shaping the Future of the Marine Industry as a Condition for Adaptation in an Innovative Society. 2022-04-20: published on CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073.

[3]. С.С. Товкач, Є.О. Шквар. Мікроелектронні системи як інноваційній засіб управління складними технічними системами та перспективи їх застосування .// Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2016, випуск 2(47). 56 – 62 стор.

УДК 655.2(004.91)+303.68

КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ ЯКОСТІ ВЕРСТАННЯ КНИЖКОВОГО ВИДАННЯ

Сельменська З. М., Плахтина З. І.
(zorselm@gmail.com, zoreslava.plakhtyna91@gmail.com)
Українська академія друкарства (Україна)

В тезах розглядається вплив інформаційних технологій на процес верстання книжкового видання, а також описується множина критеріїв якості верстання та можливі взаємозв'язки між ними, які подаються у вигляді орієнтованого графа, де зображено залежність одного фактора від іншого.

Поліграфія є найдавнішою інформаційною технологією, що проявляється в різноманітності методів і способів управління даними та інформацією, а також концепцією їх формування та сукупністю всіх видів апаратно-програмних інформаційних ресурсів [1].

Видавничий процес підготовки й опрацювання авторських оригіналів на сьогодні вже не можна уявити без сучасних комп'ютерних систем, що значно прискорило процес проектування. Пошук оптимального варіанта пробних макетів прямо на моніторі комп'ютера значно спрощує процес виготовлення оригінал-макета. Крім того, програми верстки дозволяють в автоматичному режимі виконати значну частину роботи зі створення оригінал-макетів.

Проте необхідно зазначити, що хоча принципи творення і технології реалізації інформаційних носіїв постійно змінюються, але функції цих інформаційних продуктів залишаються незмінними: комунікація, передача інформації споживачу. При створенні продукції комунікативного характеру потрібно обов'язково враховувати питання художньо-технічного оформлення, естетики й ергономіки для покращення сприйняття інформації, адже якщо цього не робити, то це може призводити до погіршення вигляду та зниження якості функціональних властивостей інформаційних носіїв, таких наприклад як книжкові, журнальні видання [2].

Книжкове видання являє собою досить складне, системне утворення. Його потрібно розглядати як сукупність взаємозалежних і взаємообумовлених елементів. До складу видання входить літературний твір та апарат. Твір також є непростим утворенням. Його обов'язковим елементом є текст, що складається з деякої множини смислових елементів і може мати різну структуру залежно від виду літератури, змісту й жанру твору. Поряд з текстом у виданні можуть бути нетекстові елементи для відображення змісту: ілюстрації, таблиці, формули.

Таким чином, видання в цілому можна розглядати, як інформаційну систему, причому досить складну, хоча й добре організовану. При цьому дві її складові — твір та апарат — утворюють підсистеми, кожній з яких притаманна своя сукупність елементів, які перебувають у взаємній функціональній взаємодії та інформаційно-обумовлених відношеннях [3].

У технології творення видання можна виділити статичну та динамічну інформаційну моделі процесу верстання. Статична відображає просторове бачення композиційного розміщення матеріалу, уособлює структурні підходи до взаємного положення елементів складності на шпальті. До статичної моделі можна віднести програмні пакети використовуваної комп'ютерної видавничої системи та відповідного їй текстового редактора.

Динамічна інформаційна модель видання залежить не тільки від структури та змісту публікації, але й від призначення і функціональних можливостей вибраної комп'ютерної видавничої системи. Її основою є вихідна інформаційна база даних, яка повинна містити: вихідні параметри видання; текстову частину, відредаговану засобами допоміжного текстового редактора; графічний та ілюстраційний матеріал (при його наявності), підготовлений окремою системою чи сканований відповідними пристроями [4].

Вважаймо, що S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7 — множина факторів якості процесу верстання книжкового видання. Наведемо фактори забезпечення якості верстання книжкового видання:

S_1 — Вид видання. Визначається відповідно до стандарту за різними ознаками, відповідно до яких і відбувається вирішення варіанту подання та формування зовнішньої та внутрішньої складових книги.

S_2 — Розмірні параметри видання. При створенні макету чи при виконанні верстання першим кроком є визначені при виробничо-технічному плануванні. У спеціалізованих пакетах для верстання задають: розмір сторінки, розмір полів, випуск під обріз, кількість сторінок, орієнтацію, кількість колонок, розмір міжколонника.

S_3 — Характер ілюстративної інформації. Залежно від способу подання ілюстраційно-графічної інформації у книзі, можна виокремити два типи видань: ілюстрації розміщують на вклейках, не прив'язуючи їх до опису в тексті; ілюстрації заверстують безпосередньо в текст, з яким вони тісно пов'язані за змістом.

S_4 — Група складності верстки. Є чотири групи складності верстки: верстка простого (суцільного) тексту; верстка тексту з нешрифтовими виділеннями, таблицями, формулами; верстка тексту з виділеннями, таблицями формулами, ілюстраціями з підписом, багатоколонкова верстка; складна верстка (додатково композиційні виділення).

S_5 — Створення/застосування шаблонів та модульних сіток. В сучасних спеціалізованих НВС для верстання використовують технологію шаблонів. Використання яких дає можливість автоматично переверстувати все видання при зміні шаблона і використовувати для одного виду сторінок декілька шаблонів.

S_6 — Композиційне оформлення. Зводиться до визначення групи складності верстання враховуючи формат, розташування шпальти на сторінці, характеристики текстової та ілюстраційної інформації, зрештою і самого верстання.

S_7 — Підготовка до виведення. Полягає у визначенні наявності всіх шрифтів у системі, правильності подання зображень — відповідні розміри, роздільна здатність та колірна модель. Виконання кольороподілу, трепінгу та растрування за необхідності [1].

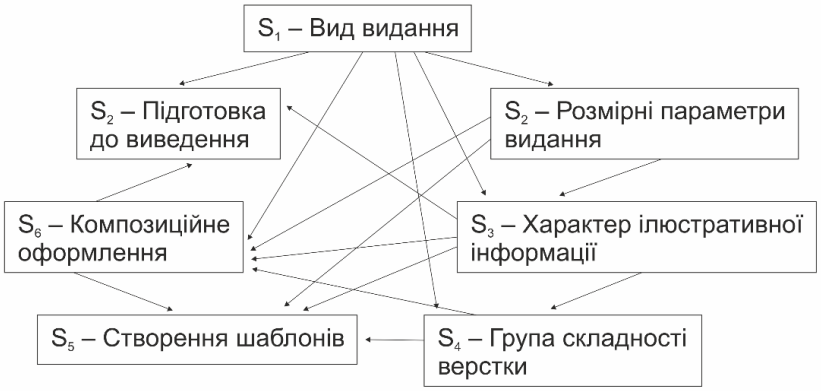


Рис. 1 Граф зв'язків факторів забезпечення якості верстання книжкового видання

Отже, множину критеріїв *S* та можливі взаємозв'язки між ними подамо у вигляді орієнтованого графа. Він вказує на певну залежність одного параметра від іншого, наприклад, на процес верстання впливають параметри ілюстрацій, рисунків чи таблиць, суттєвими є також розмір паперу та формат шпальти; пропорційність розміщення елементів залежить від комбінування параметрами шрифтів, взаємного розташування тексту та ілюстрацій тощо [4].

Список використаної літератури

[1] Сеньківський В. М., Осінчук О. І. «Класифікація факторів до друкарських процесів» / В. М. Сеньківський, О. І. Осінчук // Наукові записки [Української академії друкарства]. – 2017. – № 1. – С. 60—67

[2] Головко О. А. Вплив інформаційних технологій на формування сучасного книговидання та проблематика підготовки редакторів / О. А. Головко // Обрії друкарства. – 2014. – № 1. – С. 95-102. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/obdr_2014_1_12

[3] Піх І. В., Сеньківський В. М. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів [Текст] : навч. посібник / Піх І. В., Сеньківський В. М. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2013, — 220 с.

[4] Сеньківський В. М. Модель критеріїв композиційного оформлення книжкових видань / В. М. Сеньківський, Р. О. Козак // Наукові записки [Української академії друкарства]. – 2008. – № 1. – С. 125—139. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_2008_1_21

УДК 681.5

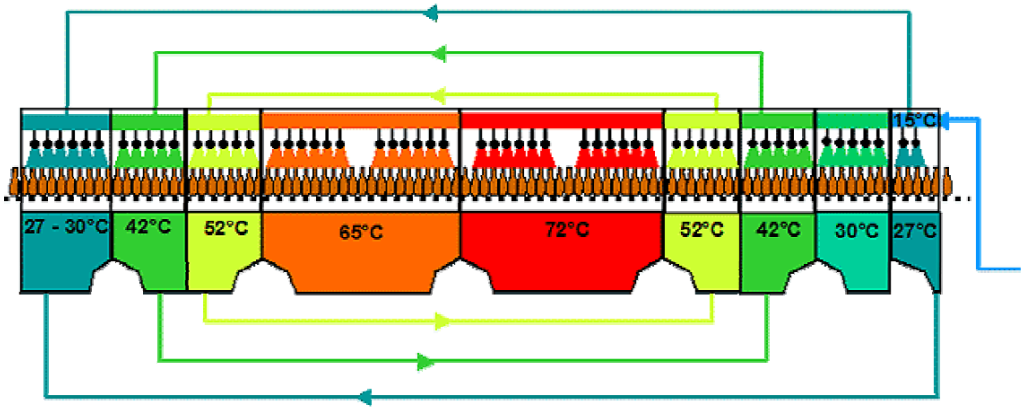
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПАСТЕРИЗАЦІЇ ПИВА В ТУНЕЛЬНОМУ ПАСТЕРИЗАТОРІ РОЗШИРЕННЯМ ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Сережонок М.В. (maxim.seregenok@se.ua)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В тезах розглядаються проблеми з системами управління на енергоефективністю тунельних пастеризаторів.

У науковій роботі планується провести дослідження з метою розробки «системи гарантуючого управління (СГУ)» тунельного пастеризатора з подальшим впровадженням на діючих і нових установках.

Процес пастеризації в лініях розливу є одним з найбільш енергозатратних. В тунельних пастеризаторах проходить пастеризація пива закупорених пляшок. Пастеризація проходить за рахунок нагріву, за допомогою душа з води. Пляшки послідовно проходять зони нагріву, пастеризації, охолодження, в кожній зоні автоматично регулюється температура душової води (енергетичні потоки показані на мал. 1).



Мал. 1 Енергетичні потоки тунельного пастеризатора

Недоліки існуючих систем керування:

- Класичні системи керування підтримують тільки задані температури в зонах пастеризатора
- Немає динамічного розрахунку PU, для контролю якості
- Як правило швидкість руху стрічки не регулюється
- Низька стабільність якості, підвищене енергоспоживання

При порушенні режиму пастеризації, перевищенні PU, якість пива різко погіршується.

Тобто необхідно здійснити управління яке б забезпечувало гарантовану ймовірність дотримання встановлених технологами обмежень. Такі системи називають «системи гарантуючого управління (СГУ)».

Виникає ідея виміряти температуру всередині пляшки, але це практично неможливо і економічно не доцільно. Цю температуру можна розрахувати аналітично (за допомогою моделі), а потім обчислити значення PU

Внаслідок впровадження СГУ очікується:

- зменшення енерговитрат (ми використовуватимемо стільки гарячої води, скільки дійсно необхідно);
- підвищення якості пива (PU пива дорівнюватиме заданому значенню).

Як подальші шляхи оптимізації керування, можна запропонувати розробку моделі енергетичних потоків (цифровий двійник). Аналіз даних моделі і даних з витратомірів дозволить виявляти несправності

Висновки

Розробка системи автоматичного керування з розширеними функціями дозволить:

- Значне підвищення якості продукту, стабільність параметрів якості
- Значна економія енергоресурсів

Актуальність дослідження є високою як для нових пастеризаторів, так і для модернізації існуючих.

Список використаної літератури

[1] Determining Pasteurization Units. Bent Stig Enevoldsen, Dpartmet of Bewing Chemistry, Carlsberg Research Center K-250 Valby, Copenhagen, Denark. ASBC Journal.

УДК 665.6/7:681.54:338.2

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛОЖЕНЬ МІЖНАРОДНИХ КОНЦЕПЦІЙ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ І МАСТИЛ

Тюріна Є. О., Ярощук Л. Д. (eugenia.turina@gmail.com, vicleon@i.ua)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Виконано аналіз нетипових задач автоматизації процесу адсорбції, які виникають при очищенні відпрацьованих індустріальних олив та мастил. Розглянуто положення концепцій Індустрія 4.0 і 5.0, а також Сталого розвитку і напрямків їх реалізацій з точки зору розв'язання задач автоматизації адсорбції. Визнано доцільним використати комплексність підходу концепцій і методи, ними запропоновані, для сукупності задач отримання значного обсягу оперативної інформації про властивості відпрацьованих та очищених речовин, підтримування оптимальних умов адсорбції при змінному складі забруднювальних речовин, визначення керувальних впливів при трендах властивостей внутрішніх конструкцій, врахування екологічної та соціальної складових у критеріях ефективності виробництва.

У сучасному світі неперервно відбуваються зміни як технічної та технологічної частин виробництва, так і в економіках держав, соціальному житті та стані довкілля. У спільнотах експертів зазначених предметних областей є розуміння того, що проблеми функціонування цих областей наразі й у подальшому можна вирішити тільки впровадженням комплексного підходу. Прикладами цього є розробка і намагання реалізації різноманітних міждисциплінарних концепцій, зокрема Сталого розвитку (СР), Індустрій 4.0 та 5.0 (І4, І5) [1 – 3]. Фахівці кожного напрямку мають власне бачення перспектив та способів розвитку свого напрямку. Дуже важливо закладати консенсусні рішення цих концепцій на початкових етапах проєктування чи модернізації технічних, економічних і соціальних систем. Наразі найбільш активно обговорюється тематика Індустрій у галузях, пов'язаних з менеджментом бізнес-процесів. Інші напрямки потребують більшої деталізації у практичних планах чи діях.

Метою дослідження є аналіз задач та шляхів автоматизації технологічної системи (ТС) з точки зору положень концепцій СР, І4, І5 на прикладі адсорбційного очищення відпрацьованих олив і мастил [4].

Виклад основного матеріалу. Технологія адсорбційного очищення призначена для підвищення ефективності ресурсозбереження, зокрема повернення вартісних олив і мастил у виробничу та транспортну галузі. Зазначений спосіб економії ресурсів має ще й власний позитивний екологічний ефект – ці шкідливі речовини не залишатимуть на смітниках та в зелених зонах.

Неперервна технологія адсорбційного очищення реалізована системою, яка містить адсорбер неперервної дії, в якому адсорбент та забруднена сировина рухаються протитечією; апарати для регенерації властивостей адсорбенту (десорбер, сушарка, регенератор, чотириступеневий холодильник), після яких адсорбент повертається знову в адсорбер; апарати для попередньої підготовки сировини (рис. 1) – змішування з розчинником й охолодження до температури адсорбції.

До особливостей цієї ТС, які ускладнюють її автоматизацію, віднесемо наступне:
- значна кількість властивостей, які слід повернути очищеним оливам;
- необхідність підтримування кожен раз нових умов адсорбції при зміні типу сировини;
- необхідність корегування налаштувань регуляторів при зміні динамічних властивостей внутрішнього середовища адсорбера;
- зв'язок між економічними, екологічними та соціальними результатами діяльності виробництва.

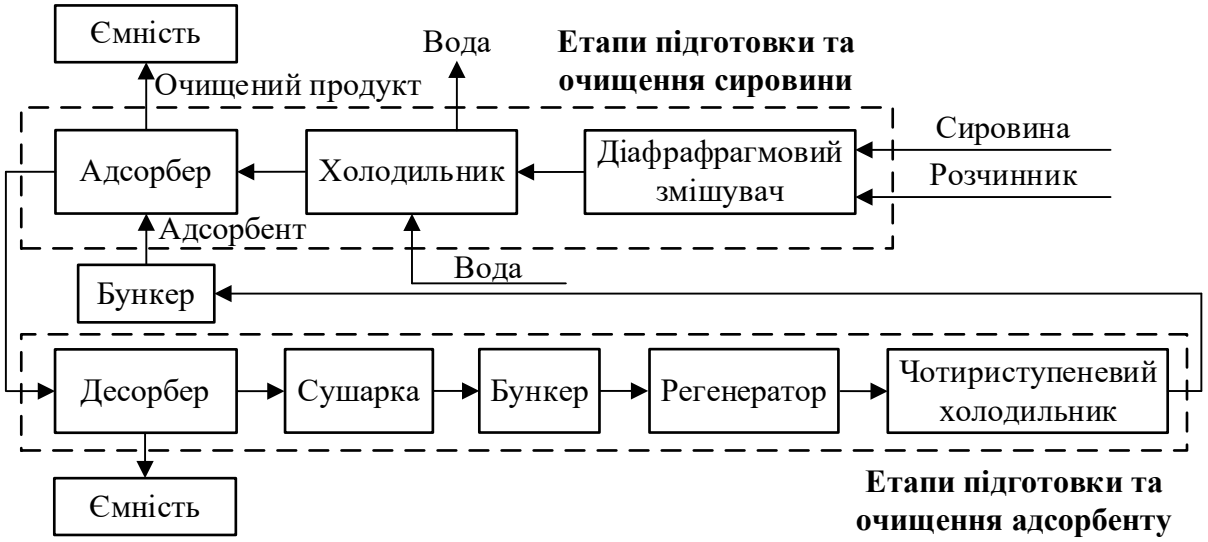


Рис. 1. Технологічна схема адсорбційного очищення олив і мастил

Концентровано напрямок І4 можна подати як розширення і поглиблення цифровізації виробництва та бізнес-процесів, на основі якої задачі цих двох напрямків будуть розв'язуватися спільно, зокрема, і методами штучного інтелекту з мінімізацією ролі людини. Напрямки І5 та СР намагаються урівноважити «технократизм» І4. Ці концепції передбачають підвищення ролі людини при керуванні різного роду системами та пряме врахування соціальних та екологічних умов життя при визначенні критеріїв функціонування виробництв.

Розглянемо ці особливості послідовно і визначимо можливі шляхи їх автоматизації, які можуть відображати положення концепцій І4, І5 та СР.

Відпрацьовані та очищені оливи характеризують значною кількістю показників, що пов'язано з їх відповідальним експлуатаційним призначенням. Така багатопараметричність ускладнює застосування типових систем керування температури та тиску в адсорбері для дотримання потрібного рівня очищення.

Можна вибрати такі напрямки імплементації положень концепції І4 у процеси керування ТС:
- вдосконалення та впровадження в системи керування технічних засобів автоматизації (ТЗА), здатних вимірювати та дистанційно передавати розширене коло показників якості очищених олив і мастил;
- визначення способів та розроблення засобів органолептичного оцінювання властивостей продукції;
- впровадження систем керування, побудованих на знаннях, зокрема, нечітких систем керування.

Сировина може надходити з різних джерел забруднення та ще й змішуватися. Тому її властивості складно прогнозувати. Визначення умов адсорбції для сировини з новими властивостями не можна виконати типовими автоматичними системами керування (АСК). Моделі, які будуть використані для нової сировини, повинні змінюватися в часі, причому спосіб і моменти

зміни вимагають емпіричних знань та спеціальних алгоритмів прогнозування. Отже переробка відходів вимагає специфічних підходів до автоматизації, зокрема додаткового алгоритмічного забезпечення.

Концепції І4 та І5 можуть бути враховані наступним чином:

- запровадження на фірмах-постачальниках сировини необхідних ТЗА та інформаційно-комунікаційних систем (ІКС), здатних вимірювати та дистанційно передавати в систему автоматизації виробництва показники якості забрудненої сировини ще до надходження цієї сировини;

- реалізація автоматичного визначення умов очищення нової сировини, використовуючи ІКС та досвід персоналу.

Часові тренди параметрів тепло- та масообміну в адсорбері, що впливають на динаміку процесів очищення, можна віднести до складно прогнозованих процесів. Такі ефекти традиційно передбачають застосування алгоритмів адаптації. Їх створення вимагає постійного спостереження за поведінкою реальної системи і коригування її моделей, що передбачено І4. Отже, для самостійного прийняття рішень в умовах часових трендів, треба передбачити наступне:

- забезпечення контролю за перебігом процесів у режимі реального часу з первинною обробкою інформації, для уникнення помилкових сигналів;

- адаптування імітаційних моделей до поведінки реальних процесів;

- прийняття рішення про корегування налаштувань регуляторів.

Виробництва з очищення від забруднених речовин неминуче є саме джерелом забруднення довкілля. Причому перелік і припустимі граничні концентрації (ПГК) багатьох речовин визначають міжнародні та державні органи. Концепції І5 та СР приділяють увагу врахуванню рівнів забруднень як фахівців-екологів, так і виробництва. Ці ж концепції передбачають визначати ефективність виробничих потужностей комплексно, враховуючи економічну, екологічну та соціальну складові. Для реалізації таких положень І5 та СР треба передбачити наступне:

- створення ІКС з отримання в реальному часі інформації від міжнародних та державних організацій значення ПГК тих, шкідливих речовин, які мають місце в ТС;

- розроблення методик оцінювання впливу екологічної та соціальної складових функціонування виробництва;

- врахування економічної, екологічної та соціальної складових при формуванні критеріїв ефективності перебігу технологічних процесів.

Висновки. Наведені результати дослідження вказують на те, що автоматизація процесів є одним із механізмів реалізації різноманітних концепцій розвитку науки і технологій. Для неї характерно те, що наразі вже створені і випробувані різноманітні типові структури й алгоритми контролю та керування. Ефективність існуючих автоматичних та автоматизованих систем керування може бути підвищена в разі удосконалення та знаходження нових методів вимірювання показників якості речовин, ІКС, методів комп'ютерного аналізу ситуацій і прийняття рішень, а також розширення фокусу напрямків ефективності. Останнє означає врахування, крім економічної ефективності, критеріїв функціонування соціальної сфери та чистоти довкілля.

Перелічені способи підвищення ефективності можуть бути досягнуті різними шляхами, зокрема, комплексно, на чому наголошують саме концепції.

Цей матеріал може бути корисним при автоматизації ТС з очищення чи переробки відходів.

Список використаної літератури

[1] В. І. Скіцько, «Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього», *Інвестиції: практика та досвід*, №. 5, с. 33 – 40, 2016.

[2] Н. О. Ривак, «Індустрія 5.0: перехід до стійкої та орієнтованої на людину промисловості», *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*: зб. наук пр., № 3 (155), с. 41 – 46, 2022.

[3] С. Л. Пакулін і А. А. Пакуліна, «Управління сталим розвитком сучасного підприємства», *Traektoriâ Nauki*, т. 2, вип. 3, с. 2.1 – 2.17, 2016.

[4] Л. Д. Ярощук і Є. О. Тюріна, «Ієрархія задач керування неперервним процесом адсорбційного відновлення мастильних матеріалів», *Вісник Черкаського державного технологічного університету*, № 2, с. 49 – 62, 2021.

УДК 621.389

ПОТУЖНЕ ПРОГРАМОВАНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Філярський В. І., Петренко Д. С., Пашков С. О., Мазур О. В. (mazur.a.v.ua@gmail.com, filyarsky@gmail.com, dmytropetrenko00@gmail.com, sergypashkov2001@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В дослідженні розглянуто розробку програмованого джерела струму для керування продуктивністю термоелектричного теплового насосу потужністю 1000Вт на базі AC/DC перетворювача, DC/DC перетворювача та контролера керування. Висвітлено особливості апаратного забезпечення та цифрового керування за протоколом Modbus.

Постановка проблеми.

Останнім часом спостерігається ріст попиту на використання енергоефективних та енергозберігаючих технологій. Це зумовлює тенденцію застосування теплових насосів, в тому числі широко починають використовуватися термоелектричні теплові насоси. Особливістю таких агрегатів є необхідність живлення великим струмом при відносно малій напрузі.

Стаття присвячена розробці потужного програмованого реверсивного джерела струму для використання в системах керування термоелектричними тепловими насосами. Таке джерело струму при потужності від 1кВт повинно відповідати наступним вимогам: мати високий ККД (мінімум 90%), мінімальні масо-габаритні характеристики, цифрове дистанційне керування, складатись з стандартних комплектуючих, які є доступні в масовому виробництві.

Перелік вирішених завдань. Розроблено структуру програмованого джерела струму. Розглянуто питання його апаратної й програмної реалізації з використанням одноплатного комп'ютера BeagleBone Black та виконавчого середовища CoDeSys V3.5.

Суть дослідження. Джерело живлення складається з AC/DC перетворювача (AC230V/DC48V 20A), керованого джерела струму (0-10A, 45V max), керованого мостового драйверу реверсу струму та ПЛК контролера керування. Структурна схема представлена на рисунку 1.

Рисунок 1 - Структурна схема потужного програмованого джерела струму для використання в системах керування термоелектричними тепловими насосами

На рисунку 2 зображено використані стандартні блоки з яких складається джерело живлення. Для реалізації AC/DC перетворювача використано два послідовно включених блоки живлення AC/DC CB-500W-24V(а). В якості програмованого джерела струму використано DC-DC перетворювач з цифровим керуванням DPS5020 (б), керуючий програмований логічний контролер (ПЛК) реалізовано на одноплатному комп'ютері BeagleBone Black (в) з виконавчою системою CoDeSys, керований мостовий драйвер реалізований на чотирьох польових транзисторах, керування джерелом струму здійснюється за протоколом Modbus.

а б в

Рисунок 2 - а - блок живлення AC/DC CB-500W-24V; б - перетворювач DC-DC DPS5020; в - одноплатний комп'ютер BeagleBone Black

Фрагмент програми керування перетворювачем DC-DC DPS5020 за протоколом Modbus для виконавчого середовища Codesys наведено на рисунку 3.

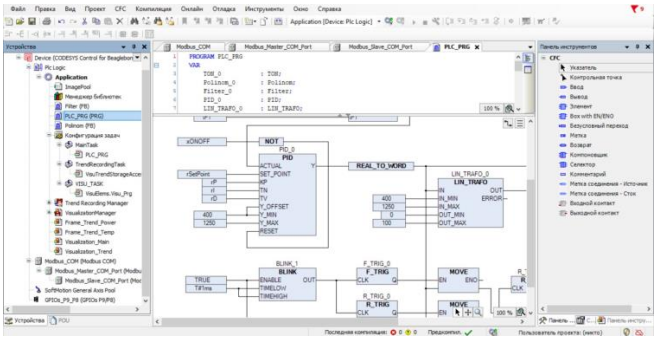


Рисунок 3 - Фрагмент програми у виконавчому середовищі CoDeSys.

В ролі Master виступає BeagleBone Black, в ролі Slave виступає перетворювач DC-DC DPS5020. При цьому до одного Modbus Master може бути одночасно підключено до 256 Modbus Slave. Всього BeagleBone Black має 6 UART портів, нумеруються вони від 0 до 5. Виконавче середовище CoDeSys сприймає їх як COM-порти з нумерацією від 1 до 6 відповідно. 1-й COM-порт використовується для зовнішнього терміналу, тому в проекті для роботи обираємо COM2 (UART1).

Під час налаштування Modbus Slave у виконавчому середовищі CoDeSys необхідно скористатися таблицею регістрів DC-DC перетворювача (табл.1).

Таблиця 1. Таблиця регістрів DC-DC перетворювача

Функція	**Опис**	**Кількість байтів**	**Десяткові знаки**	**Одиниця**	**Читати писати**	**Адреса регістру**
U-SET	Задане значення напруги	2	2	В	R/W	0000H
I-SET	Задане значення струму	2	2	А	R/W	0001H
UOUT	Фактичне значення вихідної напруги	2	2	В	P	0002H
IOUT	Фактичне значення вихідного струму	2	2	А	P	0003H
POWER	Фактичне значення вихідної потужності	2	1 або 2	В	P	0004H

UIN	Фактичне значення вхідної напруги	2	2	В	Р	0005Н
LOCK	Блокування органів керування	2	0	-	R/W	0006Н
PROTECT	Статус захисту	2	0	-	Р	0007Н
CV/CC	Стан постійної напруги / постійного струму	2	0	-	Р	0008Н
ONOFF	Вихідний стан перетворювача	2	0	-	R/W	0009Н

Для вибору діючого COM порту в дереві проекту вибираємо підрозділ Modbus_COM і вказуємо номер робочого порту (рис. 4).

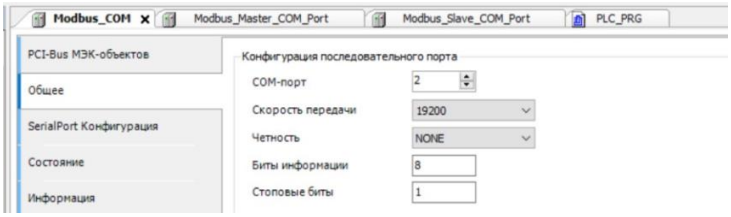


Рисунок 4 – налаштування Modbus в проекті.

Для налаштування параметрів протоколу MODBUS в дереві проекту вибираємо послідовно підрозділи Modbus_Master та Modbus_Slave та вводимо наступні параметри: протокол передачі RTU, тайм-аут відповіді 1000мс, проміжок часу між фреймами 10мс, адреса Modbus Slave 1, автоперезапуск з’єднання (рис. 5).

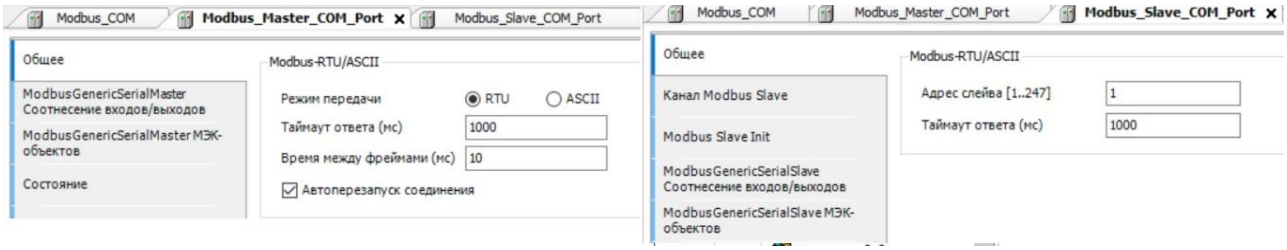


Рисунок 5 – налаштування Modbus Master та Modbus Slave у виконавчому середовищі CoDeSys.

Для налаштування каналів Modbus Slave в дереві проекту вибираємо пункт Канал Modbus Slave та формуємо таблицю регістрів і команд (таблиця 1) згідно з документацією DPS5020 (рисунок 6).

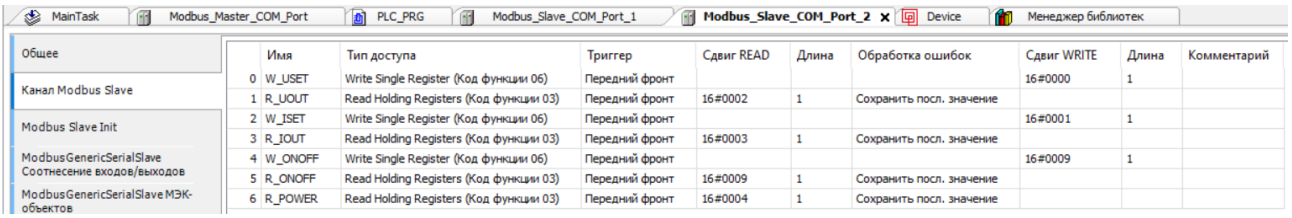


Рисунок 6 – таблиця регістрів і команд

Для прив’язки каналів Modbus Slave до змінних проекту в дереві проекту вибираємо пункт ModbusGenericSerialSlave (рисунок 7).

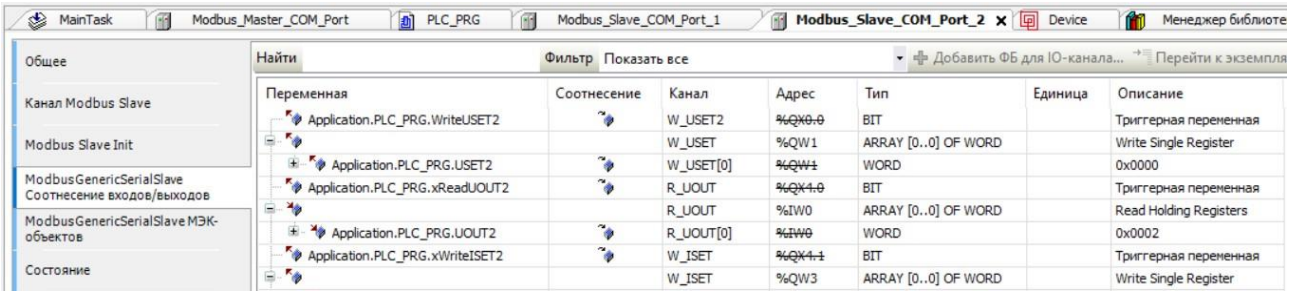


Рисунок 7 – співвідношення регістрів до змінних проекту

Використовуючи органи керування DC-DC перетворювача налаштовуємо Slave адрес та швидкість обміну даними.

На рисунку 8 наведено структурну схему реверсивного джерела струму для живлення шести термоелектричних перетворювачів (ТЕП) TEC1-12710 які включено в два паралельні ланцюги кожен з яких є послідовною збіркою з трьох ТЕП. Для вирівнювання різниці струмів в ланцюгах послідовно включені балансуючі резистори.

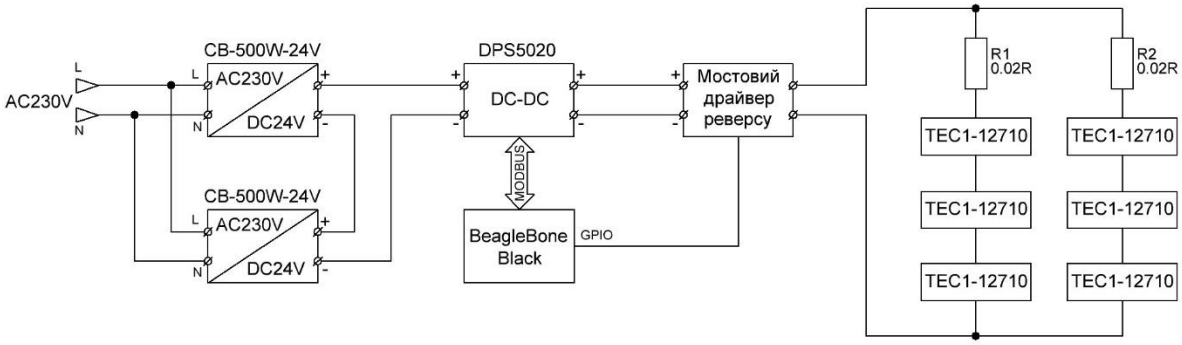


Рисунок 8 – схема електричних з'єднань.

Висновки. Розроблене програмоване джерело струму при відносно малих масо-габаритних характеристиках має максимальну потужність до 1000 Вт при струмі до 20А, зберігаючи значення ККД на високому рівні (94-96%), підтримує можливість цифрового дистанційного керування за протоколом Modbus, складається з загально-доступних елементів вартістю до 120 USD.

Список літератури

[1]. DPS5020 file – Google Диск - https://drive.google.com/drive/folders/1Yexv_WoXYMtnnO4fUvltQDUX7falAo2N

[2]. CODESYS Control for BeagleBone SL | CODESYS Store International - https://store.codesys.com/en/codesys-control-for-beaglebone-sl.html

[3]. Jantharamin N., Thongbuaban P. Maximum-power-point tracking using multiphase interleaved converters based on multi-unit synchronization //2013 International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS) (Busan, South Korea, 26-29 Oct. 2013) – Busan, 2013. – P. 1528–1531.

[4]. Beagleboard:BeagleBoneBlack Debian - eLinux.org - https://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack_Debian#U-Boot_Overlays

[5]. Setting Up the BeagleBone Black's GPIO Pins (vadl.github.io) - https://vadl.github.io/beagleboneblack/2016/07/29/setting-up-bbb-gpio

[6]. Document: (modbus.org) - https://modbus.org/docs/PI_MBUS_300.pdf

УДК 665.1–665.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ШНЕКІВ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Хоменко А.Д. (science23@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Олійно-жирова галузь є важливим сектором харчової промисловості у всьому світі. Питанням підвищення ефективності, зниження енерговитрат та підвищення якості олії займалися чимало дослідників. У пропонованому дослідженні вивчається питання використання додаткової модуляції регулювання частоти обертання шнеків в пресі з метою підвищення енергоефективності пресуючого обладнання та підвищення якості олії. Це дозволяє шнековим гвинтам працювати на оптимальному рівні продуктивності, уникаючи зайвих витрат енергії. По-друге, це покращує чутливість і адаптивність обладнання. По-третє, система надає цінну інформацію та показники продуктивності шляхом реєстрації та аналізу даних, полегшуючи постійний моніторинг і технічне обслуговування електромеханічного обладнання.

Промисловість харчових олій є важливим сектором у всьому світі з високим попитом на різні типи харчових олій у виробництві харчових продуктів, кулінарії та інших сферах застосування. Зменшення витрат у цій галузі має значні економічні вигоди, підвищуючи прибутковість для виробників харчової олії та потенційно призводячи до зниження цін для споживачів. Подібного результату можна досягти шляхом підвищення ефективності роботи електромеханічного обладнання олійного виробництва, зокрема шнекових пресів удосконаленням автоматичного керування ними.

Цим питанням займалися чимало дослідників, але запропоновані рішення мають низьку енергоефективність та забезпечують невисоку якість готового продукту [1,2,3].

В одеському національному технологічному університеті в рамках науково дослідження аспіранта започатковано використання додаткової модуляції регулювання частоти обертання шнеків в пресі з метою підвищення енергоефективності пресуючого обладнання та підвищення якості олії.

В цьому напрямку проведений літературний огляд питання автоматичного керування шнековими пресами, поставлена мета та сформульовані задачі наукового дослідження.

Розроблено загальну структурну схему запропонованого рішення у вигляді блочної схеми, та проаналізовано особливості її роботи та апаратну реалізацію.

Система спрямована на підвищення енергоефективності електромеханічного гвинтового обладнання шляхом впровадження передових автоматизованих механізмів керування. Завдяки інтеграції передових технологічних рішень система забезпечує точний і оптимізований контроль над роботою шнеків, що призводить до зниження споживання енергії та підвищення загальної ефективності.

Система використовує комбінацію апаратних і програмних компонентів для досягнення мети підвищення енергоефективності.

З боку апаратного забезпечення система керування шнековим пресом містить датчики та виконавчі механізми, які контролюють і маніпулюють різними параметрами, пов’язаними з роботою гвинтів. Ці датчики надають дані в реальному часі про такі регульовані параметри, як швидкість, крутний момент, положення та вібрація, що дозволяє системі приймати обґрунтовані рішення щодо підтримки регламенту.

Програмний компонент системи включає складні алгоритми та логіку керування, які обробляють дані датчиків і генерують точні керуючі сигнали. Ці керуючі сигнали передаються на приводи, дозволяючи системі підтримувати швидкість, крутний момент та інші робочі аспекти гвинтів на заданому рівні з високою точністю.

Алгоритми враховують такі фактори, як вимоги до навантаження, стан навколишнього середовища та показники енергоефективності, щоб оптимізувати керуючі сигнали та мінімізувати споживання енергії.

Крім того, система може використовувати передові методи машинного навчання та штучного інтелекту для постійного навчання та адаптації своїх стратегій керування з часом. Система може додатково оптимізувати свої операції та точно налаштовувати алгоритми керування для досягнення високої енергоефективності.

Автоматизоване керування має низку переваг.

По-перше, воно дозволяє шнековим гвинтам працювати на оптимальному рівні продуктивності, уникаючи зайвих витрат енергії. По-друге, це покращує чутливість і адаптивність обладнання, дозволяючи йому швидко адаптуватися до змінних умов і вимог до робочого навантаження. По-третє, система надає цінну інформацію та показники продуктивності шляхом реєстрації та аналізу даних, полегшуючи постійний моніторинг і технічне обслуговування електромеханічного обладнання.

Список використаної літератури

[1] Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел.- М.: Пищевая промышленность, 1982.- 312 с.

[2] Гаврилюк В.М. Сучасний стан та шляхи оптимізації сировинної бази оліє-жирового комплексу.// Економіка АПК. – 2007, № 3 – С. 7-9.

[3] Гулий І.С., Пушанко М.М.та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – Вінниця: Нова книга, 2001, - 576 с.

УДК 658.5

МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІВ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПЕРШОГО РІВНЯ ЗРІЛОСТІ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ

Чала О.В., Богатов Є. О. (oksana.chala@nure.ua, ievgen.bogatov@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

У роботі розглянуто задачу побудови прототипів бізнес-процесів на першому рівні зрілості процесного управління. Виконано порівняльний аналіз журналів подій системи процесного та функціонально-орієнтованого управління. Обґрунтовано можливість побудови процесного логу на основі функціонального журналу подій. Запропоновано підхід до автоматизованої побудови моделі процесного журналу подій на основі функціонального логу. Запропонований підхід створює умови для побудови моделей бізнес-процесів «AS-IS» на першому рівні процесної зрілості.

Ключові слова: бізнес-процес, лог, модель «AS-IS», process mining.

Сучасні системи процесного управління реалізують управління бізнес-процесами та характеризуються відповідністю певному рівню вимог, що визначають ефективність управління та конкурентоздатність підприємства на ринку [1,2]. Перелік вимог, зокрема, містить: наявність гнучких процесів виконання робіт на підприємстві з чітко визначеними зв'язками суб'єктів виробництва; керування та конфігурування на базі значень контролюючих параметрів через керуючі впливи (команди), що формуються автоматизовано чи автоматично; наявність каналів зворотного зв’язку, котрі визначають спроможність системи регулярно покращувати процеси. Виконання підмножини вимог відображає рівень зрілості процесного управління: чим більш повно виконуються вимоги, тим вище рівень зрілості. Відповідно, аналіз виконання бізнес-процесів дає можливість з'ясувати рівень виконання вимог і сформувати перелік дій із переходу до наступного рівня зрілості процесного управління.

Рівень зрілості визначає ступень автоматизації процесів підприємства, обсяг та якість інформації що збирається, зберігається та використання при проектуванні та управлінні бізнес-процесами підприємства. Так, для підприємств першого рівня зрілості є властивим використання спрощеної моделі бізнес-процесу, з реєстрацією лише подій, що настають підчас виконання послідовності операцій певної процедури виробничого процесу підприємства.

Перехід підприємства від першого до другого рівня зрілості зазвичай оцінюється в якісному аспекті. Так, в процесі цього переходу можуть змінюватися організаційні зв’язки, технологічний

процес та критерії оцінки кінцевого продукту. Подальші переходи на більш високі рівні, як правило, оцінюються кількісно. Такі переходи характеризуються розширенням переліку знань, що використовуються в системі процесного управління. Бізнес-процеси підчас таких переходів переглядаються та доповнюються новими знаннями, що приводить до коригування типових керуючих впливів на такі процеси.

Перший рівень процесної зрілості характеризується комбінуванням процесного та функціонального підходів до управління. Функціонально-орієнтований підхід передбачає ієрархічну декомпозицію задачі управління на множину підзадач і подальше автономне виконання кожної з цих підзадач. Їх вирішення значною мірою залежить від кваліфікації виконавців, характеризуються наявністю жорстких меж відповідальності без необхідності розуміння повного виробничого процесу і є орієнтованим на реалізацію конкретних функцій у відповідності до раніше закладених вимог. Керування в таких системах ускладнено жорсткою ієрархічною структурою і відсутністю наскрізних зв'язків між виконавцями [4]. Підприємства другого і вище рівнів зрілості, як правило, є такими, що функціонують лише у відповідності до процесно-орієнтованого підходу управління. В рамках даного підходу вирішується задач формування послідовності робіт, що становлять цінність для клієнтів підприємства. Окремі елементи цих послідовностей передбачають вирішення функціональних задач, як при функціональному управлінні підприємством. Однак якісна відмінність полягає в тому, що задається алгоритм (послідовність) робіт, що визначає кінцевий, важливий для користувача результат.

Перехід підприємств до вищих рівнів зрілості передбачає аналіз поточного стану підприємства, розробку цільової моделі бізнес-процесу «TO-BE», формування інформаційного забезпечення для підтримки розробленої цільової моделі. Поточний стан підприємства може бути представлений через сукупність моделей «AS-IS» [1]. На сьогодні існує 2 підходи до побудови моделі «AS-IS»: за рахунок спостереження за діяльністю виконавців та їх подальшого опитування або засобами process mining [5].

Перший підхід є більш ресурсоємним, потребує більше часу та людських ресурсів внаслідок обмежень щодо його автоматизації [6].

Другий підхід базується на аналізі існуючих попередньо структурованих даних про процес, що наведені у вигляді логів (журналів подій), де події впорядковані за часом настання в межах певного екземпляру процесів [5, 7]. Однак вимоги до впорядкування та групування подій у журналі значно звужують перелік систем, для котрих цей підхід може бути застосований. Так, аналіз логів функціонально - орієнтованих систем показав, що послідовності подій в них належать до різних функціональних завдань і не мають прив'язки до певного процесу підприємства. Дана невідповідність пояснюється відсутністю поняття бізнес-процесу в таких системах під час їх проектування. Однак логи функціонально-орієнтованих систем містять сталі послідовності функцій, що виконуються в межах підприємства задля створення кінцевого продукту. Вказана властивість цих логів дає можливість перейти від опису діяльності підприємства у вигляді множини функціональних задач до її представлення у процесному вигляді. Зазначене свідчить про актуальність моделювання логів систем процесного управління першого рівня зрілості.

Аналіз вимог технології process mining до структури журналів подій дозволив виділити мінімальний набір обов'язкових атрибутів, що характеризують бізнес-процес: ідентифікатор екземпляра процесу; мітка часу; назва події; роль виконавця. Зазначений перелік може бути доповнений в залежності від рівня зрілості процесів, що використовується на підприємстві. Журнал подій системи процесного управління представляється множиною трас. Кожна траса є записом про виконання екземпляру процесу та складається з впорядкованої у часі послідовності подій. Кожна подія є записом про дію бізнес-процесу. Відповідно, лог може бути переставлений множиною послідовностей подій Q_i:

$$Q_i = \langle e_{i,1}, e_{i,2}, \dots, e_{i,n} \rangle, \quad (1)$$

де $e_{i,n}$ n-на подія i-ї послідовності подій.

В межах одного бізнес-процесу дії можуть виконуватися як послідовно, так і паралельно. Однак для кожної траси Q_i дії завжди наводяться у вигляді лінійної послідовності у часі. Тому події в рамках однієї траси пов'язані відношенням лінійного порядку. Послідовності подій різних трас відображають різні варіанти реалізації (екземпляри) бізнес-процесу. Порядок дій для кожного з цих варіантів може відрізнятися. Тому події всього логу є частково впорядкованими.

Аналіз логів подій функціонально – орієнтованих систем показав, що логи таких систем мають наступну структуру: часовий параметр; подія; роль або виконавець. Таким чином, структура логу системи першого рівня зрілості, а також систем другого рівня однаково складаються з послідовності подій. Однак існує значна відмінність у впорядкуванні подій логів таких систем. У логах функціонально-орієнтованих систем відсутнє впорядкування події за часом в межах одного екземпляру процесу. Натомість, події в таких логах фіксують виконання дій з різних бізнес-процесів, наприклад P_i, P_n, P_s:

$$F_l = \left\langle \begin{matrix} e_{i,1},\dots,e_{n,1},\dots,e_{s,1},\dots \\ e_{i,2},\dots,e_{n,2},\dots,e_{s,1},\dots \end{matrix} \right\rangle. \quad (2)$$

Послідовність подій F_l містить записи про паралельне виконання декількох процесів. Тому на множині подій F_l встановлено частковий порядок у часі. На відміну від процесного журналу, даний лог може містити інформацію про послідовність доступу до певних ресурсів декількома бізнес-процесами в рамках одного запису.

Таким чином, структури логів систем процесного та функціонального управління підприємством мають ряд спільних параметрів: часовий параметр; подія; роль виконавця, або виконавець. Однак логи (2) не містить упорядкування дій по окремим процесам. Така схожість логів дає можливість сформувати процесний журнал подій із логу (2). В подальшому отриманий журнал може бути використаний для побудови моделі бізнес-процесу «AS-IS», що створює умови для переходу до наступного рівня процесної зрілості.

Для побудови такого логу необхідно встановити послідовність дій одного процесу в часі. Для реалізації цієї задачі пропонується підхід до відбору підмножин подій логу (2) за таким ознаками: інтервал часу виконання дій; роль виконавця; дані про виконавця; дані про тип події.

Темпоральний інтервал виконання дій дає можливість відібрати підмножину подій в межах часу виконання бізнес-процесу.

Роль та дані виконавця доповнюються знаннями про організаційну структуру. Це дає можливість виділити події, що відображають виконані в межах одного підрозділу дії. В результаті виконується структуризація бізнес-процесів по підрозділам.

Назва події містить інформацію про задачу, яка вирішувалась при виконанні відповідної дії. При поєднанні її із інформацією про клас дій виникає можливість виділити підмножину подій, що відображає дій із створення певного продукту або послуги.

Таким чином, запропонований підхід до побудови моделі логу бізнес-процесу з функціонального логу дає можливість виділити підмножину подій, що формують трасу екземпляру бізнес-процесу. В подальшому із отриманого логу методами process mining може бути сформована модель прототипу бізнес-процесу «AS-IS».

Список літератури

[1] Dumas M., Rosa M., Mendling J., Reijers H.A. (2013). Fundamentals of Business Process Management. Springer. 391.

[2] Hammer, M.; Champy, J: Reengineering the Corporation: A Manifest of Business Revolution, New Zork, Harper Collins, 1993

[4] Doroshenko, Marina & Kudryashova, Irina. (2020). Process approach to enterprise management as a factor of the increase in economic stability. World of Economics and Management. 20. 67-85. 10.25205/2542-0429-2020-20-1-67-85.

[5] Van Der Aalst W. M. P. (2016). Process Mining: Data Science in Action. Springer-Verlag, Berlin. 467.

[6] Brocke J., Rosemann M. (2015). Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems. Berlin: Springer-Verlag. 709.

[7] Mannhardt F., Leoni de M., Reijers H.A., Van der Aalst W.M.P., Toussain P.J., (2016). From Low-Level Events to Activities - A Pattern-Based Approach. International Conference on Business Process Management (BPM 2016). Springer-Verlag, Berlin. vol. 9850. P. 125-141.

[8] Chalyi S. F. , Bogatov E. O. , Pribylnova I. B. (2018) Techniques of reordering traces in the event logs in business process management tasks. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : System analysis, control and information technology, № 21 (1297), 43-47.

УДК 621.396

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО РУХУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛЕТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Герасимов С. В., Марущенко В. В., Чернявський О. Ю. (gsvnr@ukr.net)
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” (Україна)

Сформульовано основні вимоги до навігаційних систем моделювання руху безпілотних літальних апаратів: висока точність; автоматичний режим роботи; стійкість до радіоперешкод; всепогодне застосування. Виявлено проблемні питання досягнення всепогодної навігації безпілотного літального апарату за рахунок використання приймачів сигналів супутникових навігаційних систем. При моделюванні руху безпілотних літальних апаратів пропонується розглядати сумісні системи навігації – комплексування інерціальної та супутникової апаратури.

Останнім часом зросла частка безпілотних летальних апаратів (БПЛА) при розв’язанні логістичних задач, наприклад, перевезення ліків і засобів життєвої необхідності у важко доступні місця, доставка ремонтних засобів і запасних частин, провіанту та води у постраждалі регіони тощо. До основних вимог, що пред'являються до систем навігації БПЛА, пропонується віднести [1, 2]: високу точність, автоматичний режим роботи, стійкість до дії радіозавад, всепогодність застосування, мінімальну вага порівняно корисним навантаженням, незначну вартість.

У роботі показано, що призначенням навігаційної системи або комплексу навігаційних систем БПЛА при русі (польоті) є вироблення вектору параметрів навігації за результатами проведення вихідних вимірювань і їх подальшої обробки. Отриманий вектор параметрів навігації використовується у подальшому при моделюванні траєкторій руху БПЛА для забезпечення адекватної інформації. Вимоги до точності моделювання маршруту руху БПЛА можуть істотно відрізнятися для різних задач польоту із врахуванням потрібного обсягу та складності навігаційного обладнання. У даний час для всепогодної навігації широко застосовуються приймачі сигналів супутникових навігаційних систем. Низька вартість і малість вагогабаритних показників подібної апаратури сприяють її розповсюдженому використанню для навігації транспортних БПЛА [3, 4].

Проте апаратура прийому супутникової інформації не відповідає вимогам щодо завадозахищеності та точності, особливо у зоні впливу значних радіоелектронних та радіотехнічних завад (наприклад, при необхідності прольоту поблизу зони розташування засобів радіолокації та навігації військового та цивільного призначення). Для коректного автоматичного управління польотом БПЛА необхідно отримувати з потрібними точністю та тактом (періодом) оновлення інформацію у реальному часі про значення векторів дійсних прискорень, швидкості, радіус-вектору центру мас, а також вектору кутової швидкості та кутів тангажу, рискання й крену [2, 5]. А таку задачу складно розв’язати в умовах впливу значних радіоелектронних та радіотехнічних завад. Тому запропоновано використання у складі системи управління польотом БПЛА приймачів інерціальної навігації (блоку інерціальної навігаційної системи).

Обґрунтовано, що інерціальна навігаційна система БПЛА автономна, тобто не вимагає ні якої додаткової інформації ззовні. Завдяки можливості визначати кутове положення об'єкту на місцевості з високою точністю в будь-якому діапазоні кутів і з високою частотою видачі інформації, інерціальні навігаційні системи рекомендовано для БПЛА в умовах втрати сигналів супутникових навігаційних систем.

Проведено оцінювання впливу похибки маршруту руху, яку обумовлено помилками розрахунку радіусів кривизни еліпсоїда. Встановлено залежність похибки інерціальної системи від помилки обчислення радіусів кривизни. Обґрунтовано, що при використанні лінеаризації радіусів кривизни еліпсоїда можна вважати відсутніми інші джерела похибок інерціальної системи навігації. Такий висновок отримано при використанні наближеної моделі, яка передбачає повільне змінення похибок обчислення радіусів кривизни еліпсоїда порівняно із динамікою контуру побудови вертикалі для даного випадку розташування кутового положення БПЛА як об’єкта спостереження відносно об’єкта зондування на поверхні [3, 5].

Досліджено систематичні помилки моделювання руху БПЛА, які викликано похибкою визначення радіусів кривизни поверхні. Систематичні помилки пропонується поділити на дві групи. Перша група пов'язана з маневруванням БПЛА на поверхні, при цьому вплив збурень на вертикаль носить короткочасний, імпульсний характер. Друга група характеризується повільно змінними збуреннями при русі БПЛА та характеризується виникненням систематичних похибок вертикалі.

Розрахунки показали, що використання при плануванні маршрутів руху (польотів) БПЛА запропонованої моделі сферичної Землі призводить до систематичної похибки вертикалі близько (2 – 3)", але врахування систематичної складової зменшує таку похибку до рівня менш 0,1". Обґрунтовано, що прецизійна система розрахунку параметрів навігації та формувач інерційної вертикалі (в інтересах зниження похибки, яка виникає при маневрі) повинні використовувати оцінку радіусів кривизни із похибкою близько 400 м.

Представлено варіанти комплексування інерціальної та супутникової апаратури навігації, яку запропоновано використовувати для підвищення перешкодозахищеності каналів управління БПЛА на маршруті руху (польоту). Обґрунтовано пропозиції застосування сучасних мікрокомп'ютерів загального призначення для відпрацювання функцій бортової інерціальної системи наведення. Проведено аналіз продуктивності сучасних мікрокомп'ютерів загального призначення, результати якого показали достатність їх характеристик для застосування у бортових кореляторах БПЛА.

Проведено оцінювання точності моделювання руху БПЛА при сумісному використанні інерціальної та супутникової систем. При заданих значеннях кутових похибок у визначенні положення об’єкта на місцевості (точка прив’язки) на рівні (1; 2; 3)" дає помилку у визначенні координат на рівні (0,1; 0,2 і 0,3)" відповідно, що є на (10-12)% краще від існуючих інерціальних систем.

Запропонована модель використання автономних систем навігації БПЛА для доставки вантажів в умовах бойових дій та розроблена методика можуть бути використані для високоточного наведення літальних апаратів, у тому числі БПЛА. Розроблена методика автономного управління БПЛА під час польоту, яка реалізована на базі мікрокомп'ютерів загального призначення, дозволяє забезпечити автономну навігацію БПЛА як спеціального призначення (у військовій справі), так і для цивільного використання.

Список використаної літератури

[1]. *Герасимов С. В., Чернявський О. Ю.* Моделювання траєкторій руху безпілотного летального апарату при дистанційному зондуванні землі, КЗЯТПС – 2023: матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції, 2023, Т. 2, С. 129-130.

[2]. *Artikula A., Britov D., Dzhus V. et al*. Measurement errors affecting the characteristics of multi-position systems and ways to reduce them, InterConf, 2021, Pp. 333-346. DOI: https://doi.org/10.51582/interconf.7-8.06.2021.035.

[3]. *Herasimov S., Borysenko M., Roshchupkin E. et al*. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter, Journal of Electronic Testing, 2021, № 37, С. 357-368, DOI: https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

[4]. *Dzhus V., Roshchupkin Y., Kukobko S. et al.* Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method, Information Processing Systems, 2021, Issue 4 (167), P.p. 19-26, DOI: https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02.

[5]. *Yevseiev S., Herasymov S., Kuznietsov O. et al.* Method of assessment of frequency resolution for aircraft, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, № 2(9) (122), Pp. 34-45, DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277898.

Розділ 4.

Нові інформаційні технології освіти

UDC 004.928

DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL VIDEO PLAYER WITH INTEGRATED SUBTITLES AND DICTIONARY SUPPORT FOR LANGUAGE LEARNING

Kurban SH.A., Mamyrova A.K. *(*chynga2002@gmail.com, a.mamyrova@turan-edu.kz*)*
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

This study introduces a significant advancement in language learning technology - a multifunctional video player designed to seamlessly integrate subtitles and provide real-time dictionary support. The integration of these features addresses longstanding challenges faced by language learners in comprehending spoken language and expanding their vocabulary while engaging with authentic audiovisual content.

The integration of subtitles and dictionary support into a multifunctional video player marks a significant advancement in language learning. This innovation not only enhances the learning experience but also addresses the challenges faced by language learners in comprehending and expanding their vocabulary while engaging with video content.

Language learners often encounter difficulties in understanding spoken language due to various factors, including accents, dialects, and rapid speech. Additionally, the process of looking up unfamiliar words can disrupt the flow of learning. The absence of integrated tools within video players increases these challenges, hindering the effectiveness of language acquisition.

The purpose of this research is to design and develop a multifunctional video player equipped with built-in subtitles and dictionary support.

To achieve the goal, the following tasks must be completed:

- review scientific works and characteristics of modern video players;
-determine the requirements and functionality of video players;
-explore real-time subtitle integrations with customizable font size, color and language settings;
-develop a model and method of system operation using a video player;
-develop and implement dynamic dictionary functions that allow students to instantly receive definitions and translations of unfamiliar words.

The primary focus of this research is to explore the seamless integration of subtitles and dictionary support to facilitate language learning. The multifunctional video player aims to provide learners with a comprehensive toolset for enhancing their listening comprehension and vocabulary acquisition. Additionally, it endeavors to create an immersive learning environment that fosters engagement with authentic video content.

The multifunctional video player with integrated subtitles and dictionary support for language learning embodies a holistic approach to linguistic proficiency. This innovation empowers learners to engage with authentic audiovisual material in a manner that transcends traditional language learning methods. By seamlessly integrating subtitles, learners can improve their listening comprehension skills, gradually accustoming themselves to various accents, colloquial expressions, and speech patterns.

Moreover, the dynamic dictionary feature provides learners with an invaluable tool for swift word lookup, allowing them to grasp the meaning and usage of unfamiliar vocabulary within the context of the video. This immediate access to definitions and translations facilitates a continuous learning process, eliminating the need for frequent interruptions to consult external resources.

The customization options within the video player, such as adjustable font size and color, cater to individual preferences and learning styles, ensuring an adaptable and personalized learning experience. Learners can tailor the interface to their comfort, optimizing their engagement with the material.

As technology continues to play an increasingly pivotal role in education, the development of this multifunctional video player represents a significant step forward in language learning pedagogy. Its integration of subtitles and dictionary support transcends the limitations of traditional instruction, offering learners a dynamic and immersive environment in which to master new languages.

In conclusion, the development of a multifunctional video player with integrated subtitles and dictionary support represents a significant advancement in language learning technology. By addressing the challenges faced by language learners, this innovation is poised to revolutionize the way individuals acquire and master new languages.

References

1. Kovacs, G., & Miller, R. C. (2014, April). Smart subtitles for vocabulary learning. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 853-862).
2. Sakunkoo, N., & Sakunkoo, P. (2013). Gliflix: Using movie subtitles for language learning. In Proceedings of the 26th Symposium on User Interface Software and Technology. ACM.
3. Hughes, C. J., Armstrong, M., Jones, R., & Crabb, M. (2015, May). Responsive design for personalised subtitles. In Proceedings of the 12th International Web for All Conference (pp. 1-4).

UDC : 004.006.67

UNIVERSITY ASSESSMENT SYSTEM

Kurmambayev A.A., Kim Ye.R. (e.kim@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

The system of assessment in higher education institutions is considered. The systems of the world and Kazakhstan are analyzed. An example is given on improvement of evaluation systems through digitalization, a formula is written that will help to better evaluate the student and motivate to participate in the preemet.

The student evaluation system in higher education institutions is an integral part of the learning process. It allows lecturers to objectively assess students' knowledge and skills, as well as to determine their progress in learning. In recent years, the assessment system in HEIs has undergone a number of changes aimed at improving its efficiency and transparency. Most universities in the world use a traditional assessment system based on a five-point scale. According to this scale, a grade of "5" means "excellent", "4" means "good", "3" means "satisfactory", and "2" means "unsatisfactory". In recent years, there has been a trend in some countries to move to a ten-point scale. This scale allows a more accurate assessment of the difference in knowledge between students. In addition, universities around the world have begun to pay more attention to the assessment of skills and competencies acquired by students in the process of learning. For this purpose such forms of assessment as essays, group projects, presentations, thesis defense are used. Kazakhstan's higher education institutions currently use the traditional evaluation system based on a five-point scale. However, in recent years there has been a tendency to switch to a ten-point scale. In addition, higher education institutions in Kazakhstan began to pay more attention to the assessment of skills and competencies acquired by students in the process of learning. For this purpose, such forms of assessment as essays, group projects, presentations, and thesis defense are used. Digitalization of the assessment system can increase its efficiency and transparency. With the help of digital technologies it is possible to automate many processes related to assessment, such as [1-4]:

- Formation of exam and credit schedules
- Collection and processing of assessment results
- Formation of student ratings

Possible areas of development of the assessment system through digitalization include the following:

- Use of online testing. Online testing allows assessment to be carried out more quickly and conveniently. In addition, it allows tracking students' progress in real time.

- Utilization of machine learning technologies. Machine learning technologies can be used to automatically assess students' work. This can free instructors from routine work and allow them to focus on more important tasks such as student learning and development.

- Use of virtual reality and augmented reality technologies.

For a more accurate assessment of students, it is proposed to use a new formula that takes into account not only the results of tests and assignments, but also the student's activity during classes. The formula has the following form:

Grade = (0.4 * Test results) + (0.4 * Assignment results) +
(0.2 * Activity in class)

Test and assignment results are rated on a scale from 0 to 100, where 0 is a complete lack of knowledge or skills and 100 is perfect results. Activity in classes is evaluated on a scale from 0 to 10, where 0 - complete absence of activity, and 10 - maximum activity.

Application of the new formula will allow to evaluate students more objectively, as it takes into account not only the results of tests and assignments, but also the activity in classes. This will allow instructors to get a more complete picture of students' knowledge and skills, as well as assess their motivation and diligence.

An example of calculating a grade using the new formula:

Student A:

- Test results: 85 points
- Assignment results: 90 points
- Activity in class: 8 points

Score = (0.4 * 85) + (0.4 * 90) + (0.2 * 8) = 34 + 36 + 1.6 = 71.6

Student B:

- Test results: 70 points
- Assignment Results: 80 points
- Activity in class: 5 points

Grade = (0.4 * 70) + (0.4 * 80) + (0.2 * 5) = 28 + 32 + 1 = 6

Thus, student A gets a higher grade because he showed better results in tests and assignments, as well as showed more activity in class.

The system of assessment in universities using IT-technologies is an effective tool for improving the quality of education. The new formula for calculating grades, which takes into account the results of tests, assignments and students' activity in classes, allows to evaluate students more objectively and motivate them to actively participate in the learning process. The use of IT solutions, such as an electronic platform, simplifies the assessment process and provides teachers with detailed information on the achievements of each student.

List of references:

[1] Ivanov A.V. A new mathematical formula for student evaluation. // Higher Education Today.
[2] Petrov S.V. System of students' evaluation in higher education institutions of the world.
[3] Sidorov I.N. Digitalization of student evaluation system. // Science and Education.
[4] Examples of using online testing for student assessment. // Expert Community.

УДК 004.588

ВЕБ-ЗАСТОСУНОК КЕРУВАННЯ ЗАВДАННЯМИ ТА ПРОЄКТАМИ

Базарбаєв О.Ш., Калита Н.І. (oleh.bazarbaiev@nure.ua, nadiia.kalyta@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

У бізнес-структурах та технологічних колективах постає значна потреба в ефективному контролі завдань та проектів. Існуючі популярні продукти часто обмежені у використанні через надмірну складність, високі витрати або недостатність аналітичних інструментів. У представленій роботі розглядається розробка веб-застосунку на основі ASP.NET Core, який буде простим у використанні, функціональним та доступним для різних категорій користувачів, враховуючи різноманітні вимоги та обмеження. Цей веб-застосунок націлений на вирішення проблем управління завданнями та проектами, надаючи ефективний та гнучкий інструмент для робочих груп та організацій.

Сучасні організації та проєктні ІТ-команди регулярно стикаються з необхідністю ефективного управління завданнями та проектами. Забезпечення відслідковування, призначення та моніторингу завдань стало критичним аспектом організаційної діяльності. Для вирішення цієї задачі призначені різноманітні широко відомі системи для управління завданнями та проектами, зокрема Jira [1], Trello [2], Asana [3]. Всі системи мають свої переваги та недоліки, а іноді можуть навіть не задовольняти конкретні потреби організацій, що може стати перешкодою для успішної реалізації проектів.

Серед недоліків конкурентних застосунків, можна вказати складність та занадто велику кількість функціональності, що може ускладнити їх використання для новачків та користувачів без технічних навичок (як у Jira), адже даними сервісами користуються не тільки у сфері інформаційних технологій. Деякі системи, навпаки, надають базові інструменти для відслідковування прогресу проектів, але відсутні більш розширені засоби аналітики та генерації звітів (наприклад, Trello) [4]. Це може бути обмеженням для більш складних проектів, які вимагають докладного аналізу даних.

Проблемою для організацій з великими проектами та командами при використанні, наприклад, Jira може бути збільшення обсягу даних в системах, що призведе до сповільнення роботи та зростання часу відгуку. Також слід відмітити відсутність деталізованого керування правами доступу до проектів і дошок, що може бути незручно для команд, які потребують різних рівнів доступу і обмежень. До того ж ліцензії та обслуговування систем управління проектами можуть виявитися дорогими, особливо для менших організацій та стартапів, і це змушує компанії шукати більш доступні альтернативи.

Метою даної роботи є розробка веб-застосунку для управління завданнями та проектами, який буде легким у використанні, функціональним, відповідатиме конкретним потребам організацій та матиме переваги по показниках складності та вартості використання.

Розроблюваний застосунок повинен мати безпроблемну реєстрацію, бути придатним для використання навіть користувачами без технічних навичок, що забезпечить більшу доступність для всіх категорій користувачів і зменшить час набуття навичок роботи з функціоналом застосунку. Безкоштовна або більш доступна цінова політика також є конкурентною перевагою при оцінці витрат на ліцензії та обслуговування, адже надає можливість заощадити кошти.

Зазвичай проєктні ІТ-команди складаються з виконавців, які мають різні ролі та сферу відповідальності в команді, як то менеджер проєкту, бізнес-аналітик, розробник та інші. Тому для різних ролей передбачається реалізація декількох профілей користувачів зі своїми доступними функціями:

– для адміністратора:
а) створення проектів та додавання користувачів до них;
б) налаштування прав доступу користувачів до системи;
в) забезпечення безпеки системи;

– для менеджера проєкту:
а) створення завдань та надання доступу до них розробникам, тестувальникам та бізнес-аналітикам;
б) відстеження виконання завдань;

– для розробника: приймання завдань від менеджера проекту або бізнес-аналітика та їх виконання;

– для бізнес-аналітика:
а) створення та редагування бізнес-вимог до проектів та завдань;
б) аналіз бізнес-процесів та формулювання завдань для розробки;
в) перевірка та аналіз звітів щодо виконання завдань та бізнес-процесів;

– загальні функції:
а) реєстрація та авторизація в системі;
б) перегляд дошки завдань свого проєкту;
в) перегляд інформації про завдання свого проєкту:
г) перегляд звітів та діаграм свого проєкту.

Для розробки веб-застосунку для управління завданнями та проектами обрано ASP.NET Core [5] – потужний та гнучкий фреймворк, який характеризується високою продуктивністю, модульною архітектурою, спрощеним керуванням залежностями різних модулів. Паттерн MVC (Model-View-Controller) дозволяє розділити логічні частини програми та створювати їх незалежно один від одного. Використання Entity Framework для роботи з базою даних дозволить працювати з даними у вигляді об’єктів, автоматично адаптувати базу даних до змін в моделі даних, забезпечить безпеку даних від SQL-ін’єкцій. Підхід AJAX [6] призначений для покращення користувацького інтерфейсу за рахунок зменшення кількості запитів на серверну частину додатку.

Веб-застосунок на ASP.NET Core для управління завданнями та проектами має значно спростити процеси управління завданнями та проектами для широкого кола проєктних команд, надаючи при цьому необхідний сучасний функціонал.

Список використаної літератури

[1] Atlassian JIRA Software, Atlassian Corp., 2023. [Online]. Available: https://atlassian.com/software/jira [Accessed: October 14, 2023].
[2] “Trello – це безкоштовний та гнучкий спосіб організувати, що завгодно з ким завгодно”, Atlassian Corp., 2023. [Online]. Available: https://trello.com/ [Accessed: October 14, 2023].
[3] “Move work forward: Asana is the easiest way for teams to track their work and get results”, Asana, Inc., 2023. [Online]. Available: https://asana.com/ [Accessed: October 14, 2023].
[4] “10 найкращих інструментів управління проєктами у 2023 році ”, М. Ложко, 18.07.2023. [Online]. Available: https://blog.depositphotos.com/ua/instrumenti-upravlinnya-proyektamy.html [Accessed: October 14, 2023].
[5] Documentation ASP.NET Core [Online]. Available: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core [Accessed: October 14, 2023].
[6] Asynchronous JavaScript and XML [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Guide/AJAX [Accessed: October 14, 2023].

UDC 351.851:378(477)

INFORMATIZATION OF POSTGRADUATE STUDENTS' EDUCATIONAL AND RESEARCH ACTIVITIES

Bolokan O. S., Tataush I. I., Voinova S. O. (mister.bolokan39@gmail.com, ivantataush@gmail.com, voinova_s@yahoo.com)
Odesa national university of technology (Ukraine)

The article is based on the idea that informatization of education, which means the process of providing the education system with the theory and practice of developing and using new information technologies focused on the implementation of the goals of training and education, can become a significant factor in the integration of scientific and educational work of postgraduate students in a higher education institution. The training of postgraduate students should be carried out taking into account many factors of their pedagogical, scientific and innovative activities, based on increasing the efficiency of teachers and scientists working at the university, and also be based on numerous aspects, trends and advantages of informatization of education

One of the most important tasks of higher education is the fullest disclosure of the intellectual potential of higher education applicants, their ability to generate and perceive new knowledge, and the formation of the ability to apply it in their daily and professional activities, using modern information methods and tools. This task, namely the introduction of educational innovations, in particular information technologies, among other priority areas of state policy, is set in the national doctrine for the development of education. The determining factor in the effectiveness of informatization of the domestic education system is the ability of teachers to carry out professional activities using information and telecommunication technologies [1].

Against the background of global processes of informatization of education, which mean the processes of providing the education system with the theory and practice of the development and use of new information technologies, focused on the implementation of the goals of training and education, there is a process of integration of research and educational work, which are the main activities of any postgraduate student.

Postgraduate students must master the techniques of selecting the main ideas, patterns, and information technologies from the content, methods and means of science and build on this their innovative activity, and through it the content and teaching methods. The constant development of science and the expansion of approaches to informatization of education require the university to constantly adjust the methods of training postgraduate students, taking into account new progressive methods and means of teaching and scientific research.

Today's postgraduate student tomorrow will be training applicants for higher education at the university, and only a teacher-researcher with a penchant for innovation can introduce the results of modern scientific research into the educational process, share the most valuable scientific findings with applicants for higher education and effectively use modern technologies. This will support the innovative atmosphere of classes, introduce students to scientific creativity, and introduce them to modern challenges facing science.

A major role in the development of innovative activity of a postgraduate student belongs to his scientific supervisor, who is obliged to be a model in the conduct of scientific work. He should lead the postgraduate student to the conclusion that science is enriched by problems through the solution of which new innovative ideas arise. At the same time, postgraduate students develop creative thinking skills and develop a need for innovation and the use of information technology [2].

In the process of preparing postgraduate students, special attention should be paid to the analysis of approaches to the study of material, their familiarization with the methodological principles of scientific thinking, equipping them with logical means of cognition, and familiarization with the stages of the cognitive process. The cognizional result in this case may be new facts, laws, theories, innovations, methods of activity obtained by postgraduate students themselves, based on the use of the latest computer developments.

It is also necessary to develop among postgraduate students the idea that computer technologies and related equipment are largely capable of automating and intensifying work, increasing the effectiveness of the practical part of their research. Postgraduate students need to take into account that any research work begins with a study of domestic and foreign literature on the chosen topic. Such literature can be published in electronic resources on the Internet and be available using standard methods of searching for scientific sources.

Speaking about the control and systematization of the results of innovative activities of postgraduate students, it is necessary to dwell on the regular reports, abstracts and reports compiled by them. When carrying out such projects, there is an active process of consolidating scientific achievements, knowledge gained during the study of scientific literature and reference manuals is systematized, conclusions are drawn about the need to adjust the directions of experimental activities, and the latest means of informatization of education are used more effectively.

We should not forget that scientific and closely related innovative work of postgraduate students is a link between an institution of higher education and socially useful professional activity and its main goal is to consolidate theoretical knowledge and acquire skills in their practical application, the formation of the creative and innovative potential of future scientists, the introduction them to use advanced information technologies. Important for the development of such innovative work is the possibility of integrating all types of activities performed by postgraduate students: teaching, research and innovation against the backdrop of widespread informatization of education [3].

Currently, universities are implementing an updated development strategy, which provides for a focus on the formation of the student's creative personality, the development of non-standard thinking, freedom of choice, need and readiness for innovative activity in the conditions of informatization. In the totality of means that ensure the solution of the noted problems, a special role belongs to the accounting and analysis of not only the experience of the activities of a modern institution of higher education, but also the positive historical experience of postgraduate training and the activities of outstanding scientists and teachers. The need to study the experience accumulated by humanity fully relates to the process of preparing postgraduate students and, in particular, to their integration of teaching, innovation and research activities.

In their activities, postgraduate students need not only to rely on positive domestic and foreign experience, but also to look for their own ways to solve problems facing the theory and practice of education, while interconnecting educational, research and innovative components in the context of informatization of education. Analysis and characteristics of the structure of pedagogical, research and innovative activities of postgraduate students show that the optimal integration of these three main areas of training depends on various factors, such as specialty, age and year of study, general and teaching work experience, ability to use computer technology in professional activities.

An important factor influencing the success of innovative activities of undergraduates and postgraduate students is the required level of professionalism in both teaching and research activities. It is formed in future scientists during training at a university in the conditions of independent practical activity, directed by a scientific supervisor using information and telecommunication technologies. Moreover, the foundations of scientific, innovative and pedagogical creativity should be laid within the walls of the university and serve as the main indicator of the quality of postgraduate student training. The conclusion is obvious about the desirability of increasing the proportion of postgraduate students who are professionally proficient in both pedagogical and research and innovative aspects of activity in the conditions of informatization. Informatization of education and the correct use of relevant technologies and tools can be considered as an essential factor in the integration of such types of activities [4].

The training of postgraduate students should be carried out taking into account many factors of their pedagogical, scientific and innovative activities, based on increasing the efficiency of teachers and scientists working at the university, and also be based on numerous aspects, trends and advantages of informatization of education. At the same time, innovations, their creation and promotion in combination with informatization can be considered as the basis for the desired integration of educational and research work of postgraduate students.

References

[1] Dniprov O. Kontseptualni zasady rozvytku osvity Ukrainy / *Vyshcha shkola*. – 2019. – № 7. – S. 7–12.

[2] Kocharian A. Suchasni trendy IKT v osviti. Tendentsii yikh rozvytku / *Informatyka ta informatsiini tekhnolohii v navchalnykh zakladakh*. – 2021. – № 5. – S. 10–15.

[3] Semeniuk N. Neobkhidnist informatsiinoho suprovodu osvity vprodovzh zhyttia. – K.: Hileia. – 2017. – № 11. – S. 294–297.

[4] Tverezovska N. T. Borysiuk O. B. Informatsiini tekhnolohii v osviti / *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ser.: Pedahohika. Psykholohiia. Filosofiia. Vyp. 175. Ch. 1. – K.: 2018. – S. 239–247.

УДК 004.42

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СИСТЕМУ ОНЛАЙН НАВЧАННЯ

Бродягіна Д.А., Калита Н.І. (daryna.brodiahina@nure.ua, nadiia.kalyta@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В доповіді розглядається важливість та актуальність використання штучного інтелекту у сучасному світі, його вплив у різних сферах життєдіяльності. Описується актуальність систем онлайн навчання та розглядаються вже існуючі системи з інтегрованим штучним інтелектом, як приклад реалізації. Наводяться варіанти реалізації інтеграції для оптимізації процесу створення контенту системи онлайн навчання. Описуються інструменти для подальшої реалізації системи.

Штучний інтелект (ШІ) став необхідністю в сучасному світі, що проявляється майже у всіх галузях нашого життя, від роботи та освіти до медицини та розваг. Він робить життя зручнішим та безпечнішим, допомагає вирішувати складні завдання та відкриває безліч нових можливостей, таких як створення роботів, здатних виконувати складні завдання, розробка інтелектуальних систем управління, розвиток автономних транспортних засобів та багато інших інновацій. Наприклад, в медицині ШІ вже допомагає швидше та точніше діагностувати захворювання, а в економіці - аналізувати ринкові тенденції. ШІ здатний аналізувати великі обсяги даних та приймати рішення на основі цієї аналітики. Управлінці можуть використовувати його для оптимізації бізнес-процесів, а вчені - для пошуку нових рішень у науці та дослідженнях, розв’язуючи складні проблеми та вдосконалюючи свої рішення. ШІ є ключовою технологією майбутнього, адже він постійно розвивається і приводить до створення нових продуктів та послуг, які полегшують життя кожної людини. Інтеграція штучного інтелекту в системи онлайн навчання відкриває можливість покращення якості освіти та забезпечує доступ до неї.

Системи онлайн навчання дозволяють революціонізувати процес освіти, роблячи його більш доступним, гнучким та персоналізованим для кожного учня. Вони допомагають забезпечити освіту в будь-який час для людей з різних країн та географічних регіонів, що робить їх невід'ємною частиною сучасної освіти; знижують бар'єри щодо відстані та місця проживання, дозволяючи учням отримувати освіту без потреби бути фізично присутнім на заняттях чи в навчальних закладах; дають учням можливість вибирати гнучкий графік навчання, навіть у вечірні години та вихідні, що є зручним для працюючих людей або тих, хто має затісний графік. Системи онлайн навчання пропонують різноманітні формати, такі як відеоуроки, інтерактивні вправи, віртуальні лекції, вебінари та інше, забезпечуючи можливість вибору таких навчальних ресурсів, які найкраще відповідають потребам учня та його стилю навчання.

Серед систем онлайн навчання достатня кількість таких, які використовують інтегрований ШІ для покращення процесу та надання більш персоналізованої освіти. Однією з найбільш відомих та популярних є Coursera [1]. Coursera - це одна з провідних платформа для онлайн навчання та отримання сертифікованих курсів від провідних університетів та організацій зі всього світу. Ця система використовує алгоритми машинного навчання для рекомендацій курсів студентам на основі їхнього історичного прогресу та інтересів, а також мають функціональність для автоматичної перевірки завдань деяких курсів. Іншим відомим прикладом є платформа Khan Academy [2]. Khan Academy - це освітня онлайн-платформа, яка надає безкоштовний доступ до навчальних матеріалів та ресурсів у різних предметних галузях, пропонує навчальні матеріали з багатьох предметів, включаючи математику, науки, історію, мистецтво, економіку та інші. Ця освітня онлайн-платформа використовує інтегровані системи штучного інтелекту для адаптації

матеріалів та завдань до потреб і здібностей кожного студента і для формування звітів про продуктивність студентів та вчителів. Переважна більшість інших платформ, такі як edX [3] та Udacity [4], використовують ШІ для надання рекомендацій матеріалу для вивчення чи як онлайн-чат підтримки.

Метою цієї роботи є інтеграція ШІ у систему онлайн навчання задля підвищення ефективності роботи викладачів системи та заохочення потенційних студентів до навчання саме на цій платформі.

Використання ШІ при створенні навчального матеріалу дозволяє прискорити процес розробки навчального контенту, зменшити навантаження на викладачів та забезпечити доступ до актуальних матеріалів. Викладач, сформувавши запит за потрібною тематикою, отримує пропонований ШІ матеріал, який можна відредагувати та опублікувати.

Для залучення широкої аудиторії користувачів доцільно надати можливість вивчати матеріал іншими мовами. Реалізація надання підтримки у вигляді мовної адаптації студентам, для яких мова системи не є рідною, дозволяє розширити доступ до освіти та полегшує навчання для студентів з різних країн.

Для створення онлайн платформи з інтегрованим штучним інтелектом обрано мову програмування PHP та фреймворк Laravel [5], який призначений для розробки веб-застосунків, має модульну систему упакування із використанням менеджера залежностей Composer, різні методи доступу до реляційних баз даних. База даних реалізована з використанням СУБД MySQL [6] і адмініструється з допомогою веб-інтерфейсу phpMyAdmin [7], який надає графічний доступ до адміністрування сервера MySQL, виконання SQL-запитів, а також перегляду та редагування вмісту таблиць баз даних. Для розробки клієнтської частини використовувались такі технології: HTML як мова розмітки документів для відображення веб-сторінок у браузері, CSS для опису стилів сторінок та JavaScript (JS) для створення сценаріїв веб-сторінок. JS дозволяє взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно взаємодіяти з сервером, а також змінювати структуру та вигляд веб-сторінки на боці клієнта (користувача). Для реалізації штучного інтелекту обрано OpenAI [8]. OpenAI надає доступ до своїх інструментів та API, які можна використовувати для створення інтелектуальних застосунків та продуктів. OpenAI API дозволяє розробникам легко використовувати моделі ШІ для генерації тексту, відповідей на запити, перекладу, розробки ботів, створення змісту та багатьох інших завдань.

Для зручної оплати використовується сервіс PayPal [9], який є міжнародною електронною платіжною системою і надає послуги для транскордонних платежів будь-якій особі у світі, яка має банківську карту.

Результатом проведених досліджень є розробка системи онлайн навчання, в якій використовується штучній інтелект для генерації контенту, що забезпечує його постійне різноманіття та контент-план на майбутнє. Дана розробка зменшить навантаження на викладачів та допоможе створювати розвиваючий матеріал для учнів незалежно від мови навчання та зайнятості викладача.

Список використаної літератури

[1] Coursera.org [Online]. Available: https://www.coursera.org/ [Accessed: October 12, 2023].
[2] KhanAcademy.org [Online]. Available: https://www.khanacademy.org/ [Accessed: October 12, 2023].
[3] edX.org [Online]. Available: https://www.edx.org/ [Accessed: October 12, 2023].
[4] Udacity.com [Online]. Available: https://www.udacity.com/ [Accessed: October 12, 2023].
[5] Laravel documentation [Online]. Available: https://laravel.com/docs/8.x [Accessed: October 12, 2023].
[6] MySQL documentation [Online]. Available: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/mysql-database/doc/getting-started.html [Accessed: October 12, 2023] .
[7] phpMyAdmin documentation [Online]. Available: https://laravel.com/docs/8.x [Accessed: October 12, 2023].
[8] OpenAI documentation [Online]. Available: https://platform.openai.com/docs/introduction [Accessed: October 12, 2023].
[9] PayPal documentation [Online]. Available: https://developer.paypal.com/docs/checkout/ [Accessed: October 12, 2023].

УДК 004.415: 004.588: 004.054

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОГРАМНОЇ ПІДТРИМКИ ТЕСТУВАННЯ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ОНТУ

Вівдіч Є.В. (marchelly@gmail.com), Корнієнко Ю.К. (yurikkorn@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В даній роботі аналізуються особливості тестування у Web-системі онлайн дистанційного навчання. Аналізується якість створення тестових завдань, наводяться параметри якості, пропонуються засоби покращити цю якість.

Застосування потенційних можливостей інформаційних технології в освітньому процесі на якісно новому рівні, поєднання традиційних та інноваційних форм індивідуалізує навчання, підвищує активність й мотивацію студентів, створює сприятливі умови для самостійного засвоєння компетенцій. [1].

Тести є основним засобом перевірки знань студентів, вони дозволяють з мінімальними витратами часу викладача об'єктивно оцінити знання великої кількості студентів. Система дистанційного навчання ОНТУ на базі LMS Moodle під час проведення тестування дозволяє викладачеві отримати дані успішності виконання кожного питання тесту для всіх користувачів курсу. На Рис. 1 показані результати проходження одного з тестів в межах дисципліни «Моделювання систем». Аналіз цих даних дозволяє зробити висновок відносно ступені вдалості подання матеріалу, а у разі необхідності – зробити його корекцію. На Рис.2 можна побачити параметри проходження всіх питань тесту. Тут ми бачимо такі параметри: успішність (вказує, наскільки завдання є складним для користувачів, чи ні), стандартне відхилення, оцінка навмання, індекс та ефективність розрізнення [2]. Зупинимось на них більш детально.

Успішність. Цей коефіцієнт у звітах Moodle наводиться у відсотках. Якісно створений тест повинен включати завдання різного рівня складності. При цьому, завдання з індексом легкості близьким або рівним 100%, так само як 0%, краще уникати. В першому випадку завдання є занадто простим – на нього всі відповіли вірно, у іншому випадку – занадто складним.

Стандартне відхилення. Воно характеризує розкид значень оцінок, отриманих за дане завдання тесту. Якщо для деякого завдання цей показник дорівнює 0, це означає, що всі, хто пройшов тестування, отримали за це питання однакову оцінку. Таке питання слід визнати невдалим. Відповідно до вимог теорії вимірювань, ті завдання, які показують значення стандартного відхилення менші ніж 0,3, краще виключати з тесту, оскільки вони не мають достатню диференціюючу здібність, тобто не здатні розділити сильних і слабких студентів.

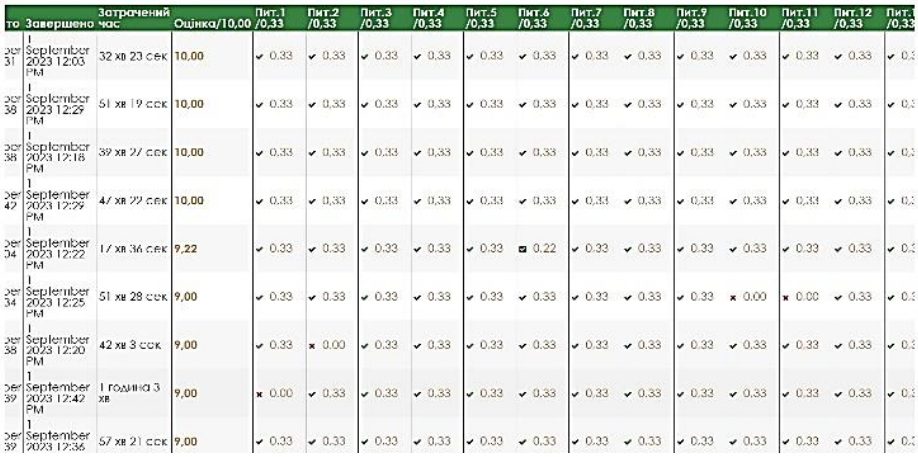
Оцінка навмання. Оцінка, яку міг би отримати студент при випадковому вгадування відповідей. Так, якщо необхідно обрати один варіант відповіді з п’яти можливих, це значення буде дорівнювати 20%.

Розрізнення (інакше - індекс дискримінації) показує здатність завдання відокремити сильно і слабо підготовлених студентів.

Ефективність розрізнення (інакше - дискримінації) є коефіцієнтом кореляції між відповіддю на дане завдання і відповіддю на всі завдання тесту.

Крім того, більш детальний аналіз якості тесту можна одержати, аналізуючи статистичні дані (див. Рис. 3). Система Moodle пропонує такий набір параметрів: середня оцінка, медіана оцінок для першої спроби, стандартне відхилення (вже пояснувалось), значення асиметрії та ексцесу розподілу, коефіцієнт внутрішньої узгодженості, співвідношення (коефіцієнт) помилок, стандартна помилка.

Середня оцінка надається двох видів – по перших спробах та по всіх спробах. Медіана оцінок – тільки для перших спроб. Стандартне (середнє квадратичне) відхилення показує розсіювання значень випадкової величини відносно її математичного сподівання. Значення асиметрії використовують для приблизної перевірки гіпотези про нормальність емпіричного розподілу. Крива нормального розподілу зміщується вліво, якщо асиметрія від’ємна (як в нашому випадку), та відповідно вправо у випадку додатних значень асиметрії.



то	Завершено	Затрачений час	Оцінка/10,00	Пит.1 /0,33	Пит.2 /0,33	Пит.3 /0,33	Пит.4 /0,33	Пит.5 /0,33	Пит.6 /0,33	Пит.7 /0,33	Пит.8 /0,33	Пит.9 /0,33	Пит.10 /0,33	Пит.11 /0,33	Пит.12 /0,33	Пит.1 /0,33
ber 31	1 September 2023 12:03 PM	32 хв 23 сек	10,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 38	1 September 2023 12:29 PM	51 хв 19 сек	10,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 38	1 September 2023 12:18 PM	39 хв 27 сек	10,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 42	1 September 2023 12:29 PM	47 хв 22 сек	10,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 34	1 September 2023 12:22 PM	17 хв 36 сек	9,22	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	■ 0.22	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 34	1 September 2023 12:25 PM	51 хв 28 сек	9,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✖ 0.00	✖ 0.00	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 38	1 September 2023 12:20 PM	42 хв 3 сек	9,00	✔ 0.33	✖ 0.00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 39	1 September 2023 12:42 PM	1 година 3 хв	9,00	✖ 0.00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3
ber 39	1 September 2023 12:36	57 хв 21 сек	9,00	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.33	✔ 0.3

Рисунок 1 - Дані успішності проходження тесту

Аналіз структури тесту

Завантажити таблицю даних як | Значення розділені комами (.csv) | Завантажити

№ пит.	Коротке означення питання	Спроб	Успішність	Станд. відхилення	Оцінка навмання	Призначена вага	Ефективна вага	Розрізнення	Ефективність розрізнення
1	Питання	86	66,28 %	47,55 %	20,00 %	3,33 %	4,09 %	65,54 %	81,36 %
2	Питання	86	70,93 %	45,67 %	20,00 %	3,33 %	3,68 %	54,12 %	65,57 %
3	Питання	86	87,21 %	33,59 %	20,00 %	3,33 %	3,22 %	57,64 %	69,07 %
4	Питання	86	94,19 %	23,54 %	20,00 %	3,33 %	2,65 %	56,59 %	81,48 %
5	Питання	86	91,86 %	27,50 %	20,00 %	3,33 %	3,16 %	69,74 %	90,06 %
6	Питання	86	88,76 %	27,82 %	16,67 %	3,33 %	3,13 %	67,47 %	76,25 %
7	Питання	86	75,58 %	43,21 %	20,00 %	3,33 %	3,58 %	54,34 %	65,22 %
8	Питання	86	81,40 %	39,14 %	20,00 %	3,33 %	3,08 %	43,15 %	51,59 %
9	Питання	86	66,28 %	47,55 %	20,00 %	3,33 %	4,00 %	62,32 %	77,91 %

Рисунок 2 – Аналіз структури тесту

Ексцес розподілу характеризує стрімкість зростання кривої розподілу порівняно з нормальною кривою. У випадку, коли ексцес додатній (як в нашому випадку), то крива теоретичного розподілу має вищу і «гострішу» вершину, ніж крива нормального розподілу. В той же час, коли ексцес від'ємний, то крива теоретичного розподілу має нижчу та «плоскішу» вершину, ніж крива нормального розподілу. Ще один з найбільш важливих параметрів - коефіцієнт внутрішньої узгодженості - вказує на ступінь однорідності завдань тесту. Вважається, що якщо цей параметр вище 75%, то тест є задовільним. В той же час, коли його значення нижче ніж 64%, то тест в цілому є незадовільним, і необхідно прийняти міри з виправлення ситуації (в нашому випадку тест задовільно складений, оскільки коефіцієнт внутрішньої узгодженості дорівнює 93,63%). Співвідношення (коефіцієнт) помилок для першої спроби показує, скільки є випадкових варіацій, при цьому чим менша їх кількість, тим кращий тест. Вважається, що значення цього параметру має бути нижче 50%. Останній параметр списку - стандартна помилка для першої спроби – пов'язаний зі стандартним відхиленням, причому чим менша стандартна помилка, тим більш достовірною є оцінка, яку одержано при тестуванні.

Усереднені дані цих параметрів можна побачити на Рис. 3, розподіл оцінок – на Рис.4.

Завантажити повний звіт як {$a->formatsmenu} {$a->downloadbutton} Значення розділені комами (.csv)

Завантажити

Назва тесту	Тест 2
Назва курсу	Моделювання систем (Корнієнко)
Почати тестування	Tuesday 30 August 2022 7:00 AM
Кількість перших повністю оцінених спроб	86
Всього спроб	86
Середня оцінка по перших спробах	81,19 %
Середня оцінка по всіх спробах	81,19 %
Середня оцінка з останніх спроб	81,19 %
Середня оцінка з найвище оцінених спроб	81,19 %
Медіана оцінки (для найвище оцінена спроба)	90,00 %
Стандартне відхилення (для найвище оцінена спроба)	22,26 %
Значення асиметрії розподілу (для найвище оцінена спроба)	-1,5774
Значення ексцесу розподілу (для найвище оцінена спроба)	1,9359
Коефіцієнт внутрішньої узгодженості (для найвище оцінена спроба)	93,64%
Помилка відношення (для найвище оцінена спроба)	25,22%
Стандартна помилка (для найвище оцінена спроба)	5,61 %

Рисунок 3 – Параметри тесту

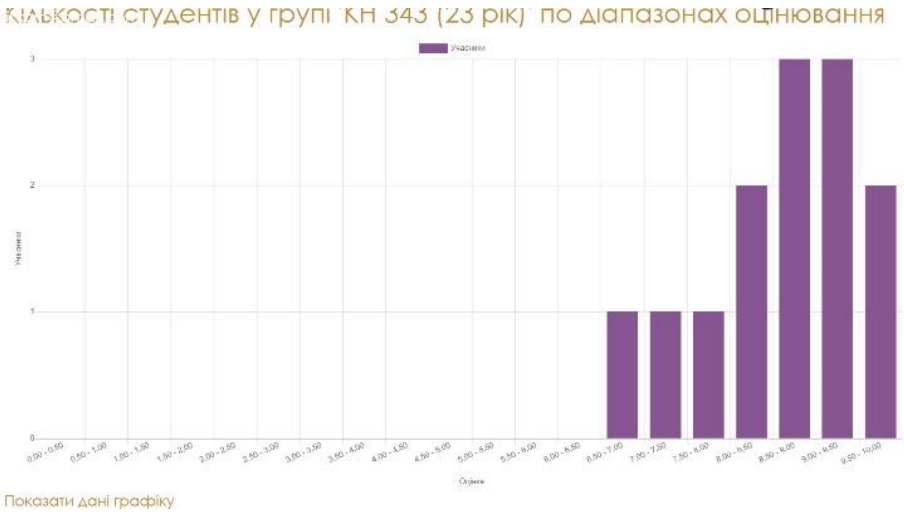


Рисунок 4 – Розподіл оцінок

Загалом відмітимо, що в роботі були розглянуті засоби аналізу статистики виконання тестових завдань в середовищі дистанційного навчання Moodle та варіанти їх використання під час викладання певних дисциплін. Робиться аналіз якості створення тестових завдань, наводяться параметри якості, пропонуються засоби покращити цю якість.

Список використаної літератури

[1] Information and communication technology (ICT) in education // IIEP Learning Portal: [Веб-сайт]. URL: https://learningportal.iiep.unesco.org/en/issue-briefs/improve-learning/information-and-communication-technology-ict-in-education (дата звернення: 20.03.2023).

[2] Використання вбудованої системи аналізу тестових завдань в LCMS Moodle/ В.П.Сергієнко, Л.О.Кухар, О.В.Галицький, П.В.Микитенко //Інформаційні технології і засоби навчання. - 2014. - Т. 41, вип. 3. - С. 196-208. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2014_41_3_21.

УДК 004.9

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПЛАНІВ ВИКЛАДАЧІВ КАФЕДРИ

Защик М.О., Свинчук О.В. (m.o.zashchyk@gmail.com, 7011990@ukr.net)
Національний технічний університет
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Сучасна освітня система надзвичайно динамічна та вимагає постійного вдосконалення. Дана робота спрямована на створення та організацію системи формування індивідуальних навчальних планів кафедри та розподілу навантаження. Розроблена система є ефективним інструментом для забезпечення якісної освіти та раціонального використання ресурсів.

Сучасна освітня система надзвичайно динамічна та вимагає постійного вдосконалення. Однією з важливих складових успішного функціонування закладів вищої освіти є автоматизація процесу заповнення індивідуальних планів викладачів та розподіл навантаження. Розробка такої системи — це не лише сучасний тренд, але і необхідний елемент сучасної освітньої системи [1].

Впровадження даної системи забезпечить:

- ефективність – зменшення витрат часу та зусиль на формування індивідуальних планів і розподілу навантаження;
- точність – автоматизація процесу робить його менш вразливим до помилок;
- адаптивність – завдяки цифровій системі можливо швидко реагувати на зміни в програмах навчання та потреби студентів.

Метою розробки системи є оптимізація процесів планування, моніторингу, аналізу, та управління навчальними ресурсами на кафедрі з метою забезпечення якісної освіти та ефективного використання викладацького потенціалу.

Особливостями даної системи є:

- централізоване зберігання даних: усі дані про курси, навчальні програми, студентів, викладачів та їхні навантаження зберігаються в єдиній базі даних для забезпечення доступу та актуальності інформації;
- автоматизована генерація навчальних планів: система дозволяє автоматично формувати індивідуальні плани викладачів на основі актуальних даних про навчальні програми та ресурси кафедри з врахуванням різних параметрів;
- гнучкість та адаптивність: система може легко адаптуватися до змін у навчальних програмах, ресурсах кафедри та потреб студентів, що дозволить швидко вносити зміни в індивідуальні плани та розподіл навантаження;
- безпека даних: забезпечення безпеки та конфіденційності даних є важливою особливістю системи, оскільки вона містить конфіденційну інформацію про студентів, викладачів та навчальні програми;
- інтеграція з іншими системами: система може бути інтегрована з іншими інформаційними системами університету, такими як системи обліку студентів та інші.

Ці всі особливості роблять систему ефективним інструментом для забезпечення якісної освіти та раціонального використання ресурсів.

Список використаної літератури

1. Биков В.Ю. Автоматизовані інформаційні системи єдиного інформаційного простору освіти і науки. Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини. Умань: СПД Жовтий, 2008.

УДК 159.923.2-042.65-05787

КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ

Іванова Л.В. (ivanova_l_v@ukr.net)
Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» (Україна)

В статті представлена автоматизована комп'ютерна система діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій, що складається з набору тестів на визначення психологічних, творчих і особистісних якостей слухача. Визначено, що застосування комплексного підходу з системного діагностування з використанням різноспрямованих тестів дозволяє отримати системну оцінку складових конкурентоспроможності майбутніх фахівців у динаміці

В умовах різнопланового розвитку нашої держави відбувається незворотній процес модернізації всієї системи освіти, основною метою якого є підготовка конкурентоспроможного фахівця відповідного рівня та профілю, який вільно володіє своїм фахом та орієнтується в суміжних галузях діяльності, здатний до ефективної діяльності за фахом на рівні світових стандартів, готовий до постійного професійного розвитку. Конкурентоспроможність сьогодні розглядається як ознака сучасного фахівця.

Важливе місце в системі вимог до підготовки майбутнього фахівця займають відповідні психологічні характеристики, особистісні та професійні якості, які могли б забезпечити високий рівень конкурентоспроможності на сучасному ринку праці.

Таким чином, дослідження конкурентоспроможності як інтегральної властивості особистості, динаміка її розвитку в процесі професійного становлення, можливість виявити нові резерви особистості, набуває актуальності та потребує поглибленого вивчення.

Діагностика повинна будуватися на ясних і точних уявленнях про сутність цього процесу. Психологи, одностайно визнаючи, що сам феномен особистості існує і відноситься в психологічній науці до числа базових об'єктів дослідження, так само одностайно вважають, що проблема об'єктивного визначення сутності особистості, її інтерпретації є однією з найважчих. "Особистість - явище настільки всеосяжне і невизначене, що описати його вкрай складно" [1].

Комплексний підхід з системного діагностування з використанням різноспрямованих тестів дозволяє отримати системну оцінку складових конкурентоспроможності майбутніх фахівців у динаміці.

Для діагностики і оцінки конкурентоспроможності пропонується автоматизована система діагностування, яка являє собою комп'ютерну систему діагностики особистості, що складається з набору тестів на визначення психологічних, творчих і особистісних якостей майбутнього фахівця. Система може застосовуватися для оцінки та атестації психологічного стану учнів шкіл, виявлення особистісно-професійних особливостей. Використання сучасної комп'ютерної техніки надає нові можливості для проведення діагностики окремої особистості або групи. Значно спрощується фіксація та обробка відповідей респондента при одночасному зниженні ймовірності помилок на даному етапі діагностики (які при ручній обробці практично неминучі). Істотним плюсом комп'ютерних засобів психологічної та професійної діагностики є швидкість конвертації отриманих первинних даних в стандартні значення.

Мета статті – обґрунтувати застосування автоматизованої комп'ютерної системи діагностики особистості студента, що складається з набору тестів на визначення психологічних, творчих і особистісних якостей слухача; для оцінки та атестації психологічного стану студентів ЗВО, виявлення особистісно-професійних особливостей, що дозволить кількісно визначити рівень конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Завдання:

1) представити автоматизовану комп'ютерну систему діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій, що складається з набору тестів на визначення психологічних, творчих і особистісних якостей слухача.

2) експериментально перевірити її ефективність.

Функції автоматизованої системи діагностики конкурентоспроможності майбутнього фахівця з інформаційних технологій:

проведення діагностики, збір та аналіз результатів тестування,

збереження результатів у базі даних, формування звіту згідно результатів діагностики у форматі таблиці Excel.

Автоматизована система діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій – це десктопний додаток, що працює на операційній системі Windows, який реалізовано мовою програмування C# з підтримкою технології Windows Forms, яка є однією з найпопулярнішою технологій для розробки віконних додатків Windows.

Комплексна автоматизована система діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій представляє собою комп'ютерну програму з 16-ти доступних для проходження тестів. За принципом проходження тести можна розділити на дві категорії: «питання-відповідь» і «визначення пріоритетів». За змістом питань тести діляться на: текстові та текстові із застосуванням графіки. Комплекс діагностичних засобів визначено на основі аналізу наукових праць та дисертаційних досліджень психологічного та педагогічного спрямування з вивчення феномену «конкурентоспроможності» [2].

У загальному виді структуру програми «Комп'ютерна діагностика особистості» можна поділити на три основних блока: блок реєстрації, блок тестування, блок адміністрування.

Автоматизована система діагностики була використана у ході дослідно-експериментальної роботи на тему «Формування конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій у технічних коледжах» [3].

У експериментальному дослідженні приймали участь студенти ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ». Контрольна група (КГ) студентів навчалася за традиційною системою, для експериментальної група (ЕГ) були застосовані педагогічні методики, що сприяють формуванню конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій у процесі професійної підготовки [4].

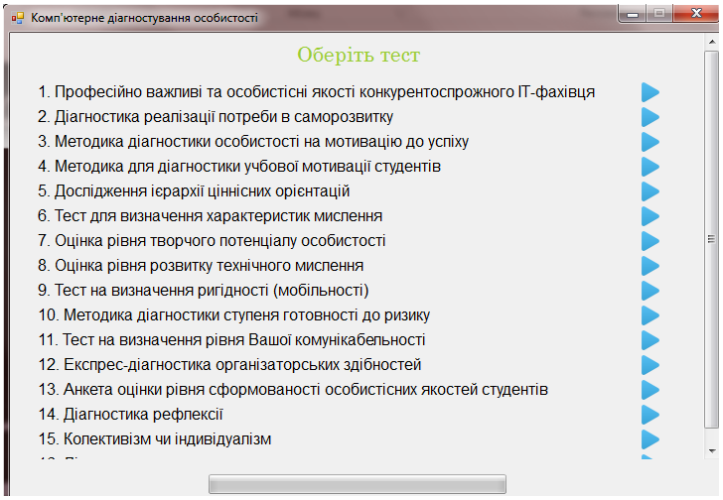
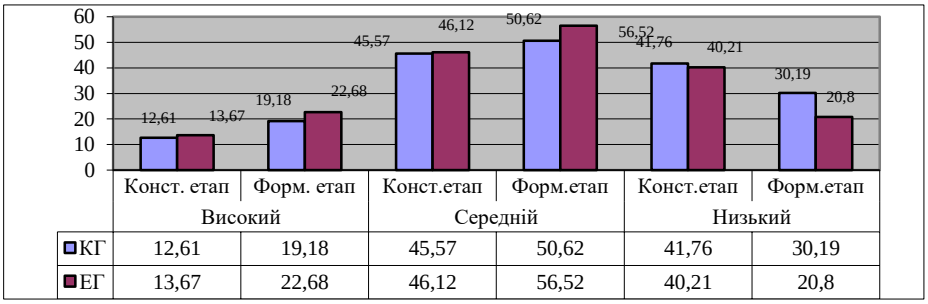


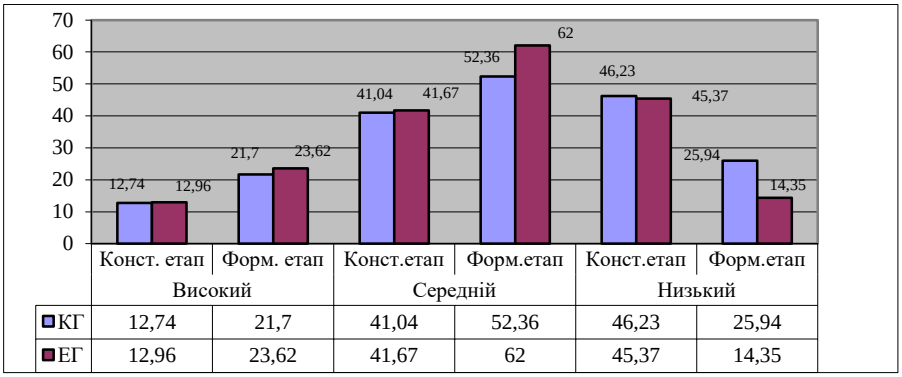
Рисунок 1 - Блок тестування

Після завершення формувального експерименту була проведена діагностика студентів контрольної та експериментальної груп за допомогою автоматизованої системи діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій за двома критеріями, що структурно визначаються через психологічні, творчі та особистісні якості майбутнього фахівця, а саме мотиваційно-ціннісним та особистісно-рефлексивним критеріями. Результати діагностики конкурентоспроможності за вказаними критеріями представлені на рисунках 2,3.



	Конст. етап	Форм. етап	Конст.етап	Форм.етап	Конст.етап	Форм.етап
	Високий		Середній		Низький	
КГ	12,61	19,18	45,57	50,62	41,76	30,19
ЕГ	13,67	22,68	46,12	56,52	40,21	20,8

Рисунок 2 - Результати діагностики за мотиваційно-ціннісним критерієм



	Конст. етап	Форм. етап	Конст.етап	Форм.етап	Конст.етап	Форм.етап
	Високий		Середній		Низький	
КГ	12,74	21,7	41,04	52,36	46,23	25,94
ЕГ	12,96	23,62	41,67	62	45,37	14,35

Рисунок 3 - Результати діагностики за особистісно-рефлексивним критерієм

За результатами роботи автоматизованої системи діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій, як свідчить аналіз загального результату, в експериментальній групі спостерігається покращення показників, який характеризує кількість студентів з високим і середнім рівнями, та скорочення кількості студентів з низьким рівнем. Можемо констатувати зростання рівня сформованості конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій за мотиваційно-ціннісним та особистісно-рефлексивним критеріями, як у експериментальній, так і у контрольній групах. Однак, невеликі результати свідчать про те, що необхідне подальше запровадження в освітній процес нових технологій навчання, пошук ефективних шляхів підвищення конкурентоспроможності майбутніх фахівців.

Автоматизованої системи діагностики конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій може бути рекомендована для роботи структурних підрозділів психологічного та виховного напряму у закладах вищої освіти для визначення рівень сформованості ключових особистісних якостей здобувачів освіти.

Список використаної літератури

1. Коваль К. О. Розвиток «soft skills» у студентів – один з важливих чинників працевлаштування: Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2015. № 2.С. 162–167.
2. Турчин О. П. Аналіз ІТ-сегменту ринку праці. Молодий вчений. С. 53–55.
3. Яворський А. Майбутнє для молодих ІТ-фахівців в Україні. 2017.
URL: https://biz.nv.ua/ukr/experts/yavorsky_a.html
4. Бурдига І. ІТ-бум в Україні: ринок росте - освіта відстає. 2017.
URL: https:// www.dw.com/uk/іт-бум-в-україні-ринок-росте-освіта-відстає/a-41453482

УДК 004.8

МАШИННЕ НАВЧАННЯ З УЧИТЕЛЕМ: НАЯВНІ МЕТОДИ ТА ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ

Костюченко А.Д. (kostyucenko2002@gmail.com)
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Україна)

Людство цікавиться питанням створення працюючої моделі природнього інтелекту вже досить тривалий час. Починаючи із середини 20-го століття, виникли перші вимоги до таких моделей, а також їхні початкові версії реалізації, що започаткували справжнє захоплення та розвиток даної тематики у комп'ютерних науках. Незважаючи на складності, пов'язані із створенням єдиної програмної системи, яка б змогла повністю зімітувати природній інтелект, штучний інтелект має беззаперечні успіхи у багатьох слабо формалізованих задачах, таких як обробка природної мови, комп'ютерний зір, задачі класифікації та регресії, рекомендаційні системи тощо. Одним із інструментів, який забезпечує розв'язок таких завдань, є машинне навчання (англ. – Machine Learning). У роботі детально розглянуто основні алгоритми машинного навчання, наявні бібліотеки та фреймворки, наведено приклади розв'язку таких задач та коментарі стосовно отриманих результатів.

У 1959 році Артур Самюель визначив машинне навчання як «область комп'ютерних наук, що використовує статистичні підходи для того, аби надати комп'ютерам можливість навчатися, не будучи при цьому явно запрограмованими». Іншими словами, машинне навчання дозволяє віднайти паттерни, наявні між даними, використовуючи при цьому необхідний алгоритм, і базуючись на певних правилах, зробити прогноз стосовно інших невідомих для машини даних. Схематично можемо представити традиційний підхід до програмування та із використанням машинного навчання наступним чином.

Відповідно до рис. 1, на вході до деякої програмної системи є 2 потоки, які відображають правила та дані. Правила діють на основі даних, генеруючи при цьому на виході необхідні відповіді. Традиційні підхід покладається на правила та заздалегідь визначену логіку. Він не вимагають великих наборів даних, функціонуючи при цьому на основі конкретних інструкцій, наданих розробником.

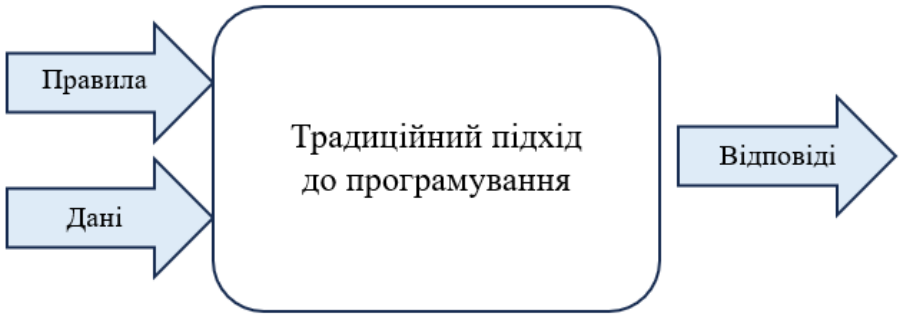


Рисунок 1 – Схематичне зображення традиційного програмування

Машинне навчання, у свою чергу, вимагає великих обсягів даних – таких, аби задані метрики якості моделі були досягнуті, інакше ефект від її впровадження буде значно менший. Чим більше даних він має, тим краще він може вивчати та робити прогнози чи класифікаці, однак варто зважати на структуру цих даних (наприклад, тренувальний набір даних може зіштовхнутись із парадоксом Сімпсона, наявністю значних викидів значень тощо), а також постійно контролювати навчання, аби не потрапити у ситуацію «underfitting» та «overfitting». До того ж, машинне навчання найкраще підходить до розв'язку слабо формалізованих задач. Наприклад, завдання визначення тональності тексту, пошук об'єктів на зображенні, класифікація зображень хоч і можуть бути вирішені завдяки традиційному програмуванню, однак реалізація та розробка таких

алгоритмів значна складніша у порівнянні з машинним навчанням. Схематично машинне навчання може бути представлено на рис. 2.

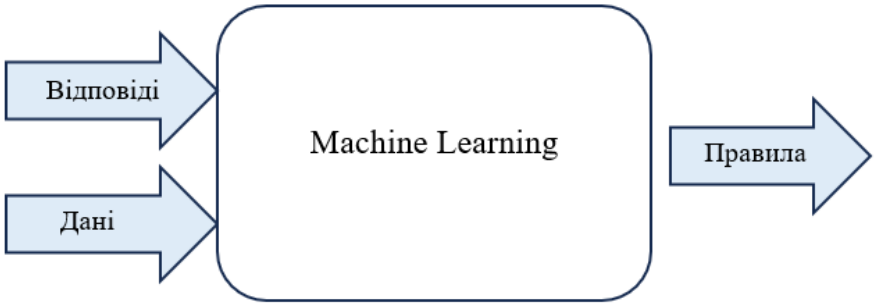


Рисунок 2 – Схематичне зображення машинного навчання

Відповідно до рис.2, на вході до деякої програмної системи є 2 потоки, які відображають відповіді та дані. Під час процесу навчання модель намагається визначити паттерни та основні характеристики, які є ключовими для певного об'єкту, та робить відповідне передбачення стосовно значень або приналежності об'єкту до певного класу.

Загалом машинне навчання поділяється на такі підкласи, як навчання з вчителем, навчання без вчителя та навчання з підкріпленням. Навчання з учителем характеризується тим, що під час навчання використовується маркований набір даних, який в свою чергу поділяється на тестовий та тренувальний набори, і при цьому має «правильне» цільове значення, відносно якого надалі обчислюватиметься похибка прогнозування. До даного підкласу відносяться задачі регресії та класифікації [1].

Варто відзначити, що зараз існує достатня кількість бібліотек та фреймворків машинного навчання, що дозволяють впроваджувати готові та попередньо натреновані моделі для різноманітних прикладних задач, серед яких можна зазначити Scikit-Learn та TensorFlow.

Scikit-Learn, часто скорочено sklearn, – це потужна та універсальна бібліотека Python, призначена для оптимізації розробки моделей машинного навчання. Бібліотека має вбудований функціонал для візуалізації даних, метрик, моделей машинного навчання, попередньої обробки даних. Однак головним недоліком при використанні такого підходу залишається проблема «чорної скриньки» – при використанні готових рішень розробник користується лише кінцевим функціоналом, не занурюючись при цьому у деталі реалізації чи математичний апарат.

TensorFlow – це фреймворк машинного навчання з відкритим кодом, розроблений командою Google Brain. Він здобув величезну популярність у сфері штучного інтелекту та машинного навчання завдяки своїй гнучкості, масштабованості та розгалуженому підходу до обчислень. TensorFlow дозволяє розробникам і дослідникам створювати, тренувати та розгортати моделі машинного навчання для різних завдань: розпізнавання зображень, обробка природної мови, що також включає в себе навчання та розгортання нейронних мереж.

Розглянемо основні поняття навчання з вчителем, розберемо їх на прикладах. Як вже було зазначено, є 2 класи задач, які вирішує навчання з вчителем – регресія та класифікація. Регресія, в свою чергу, може бути простою (або лінійною) та багатофакторною. Проста регресія передбачає, що наявні тренувальні значення знаходяться у лінійній залежності, і використовуючи метод найменших квадратів, можемо визначити коефіцієнти для даної регресії. За таким самим алгоритмом визначаємо коефіцієнти для багатофакторної регресії. Отримані значення коефіцієнтів і є коефіцієнтами відповідної моделі регресії [2,3].

Розглянемо просту лінійну регресію. Необхідно побудувати модель машинного навчання, яка прогнозує значення заробітної плати в залежності від досвіду роботи працівника. Маємо простий датасет, що складається з 30 елементів. Імпортуємо необхідні бібліотеки для моделювання та візуалізації даних. Обираємо LinearRegression модель з бібліотеки sklearn, подаємо на вхід відповідну тренувальну вибірку. Після навчання оцінюємо якість обраної моделі за коефіцієнтом детермінації R^2.

У результаті навчання значення коефіцієнта R^2 становить 0,9565, що відповідає високій вірогідності прогнозування. Візуально відображаємо отримані результати у вигляді графіка, виконавши при цьому прогнозування на тестовому наборі даних [4].

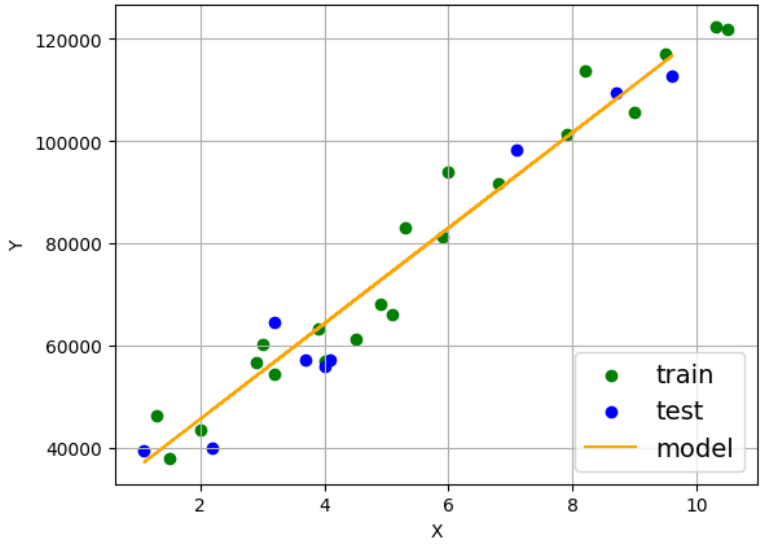


Рисунок 3 – Графічна інтерпретація моделі лінійної регресії

Відповідно до рис. 3, модель досить якісно прогнозує значення, використовуючи при цьому тестову вибірку. Коефіцієнти моделі можна представити як відповідне рівняння виду y = 9358,6769x + 26819,48.

Як приклад класифікації розглянемо багатокласову класифікацію, реалізовану із використанням фреймворку TensorFlow. Розглянемо створення та використання найпростішої повнозв'язної нейронної мережі прямого поширення із 1 вхідним, 1 прихованим та 1 вихідним шаром. Оптимізатор навчання – Adam, функція втрат – sparse_categorical_crossentropy, метрика якості – accuracy, кількість епох навчання – 10. Кількість тренувальних елементів становить 60000, кількість тестових – 10000, що також є важливим фактором успішного навчання моделі. Результати навчання нейронної мережі зображено на рис. 4.

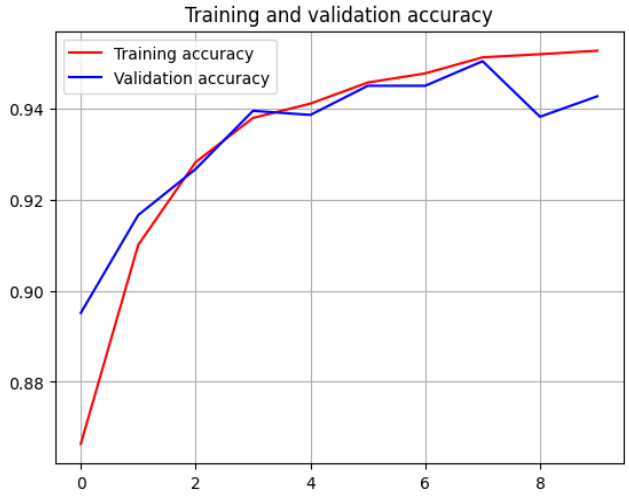


Рисунок 4 – Результати навчання нейронної мережі

Відповідно до рис. 4, якість натренованої моделі, що була обчислена як кількість правильних класифікацій, як для тренувального, так і для валідаційного набору більша ніж 90%, що є високим показником.

Отже, машинне навчання з учителем дозволяє вирішувати досить великий спектр слабо формалізованих задач та задач на прогнозування, які мають достатньо широке прикладне

значення. Головною особливістю усього класу машинного навчання є те здатність до пошуку відповідних паттернів у даних, що дозволяє кількісно використовувати такі залежності під час майбутніх обчислень. Наявні програмні рішення, сучасні фреймворки та бібліотеки дозволяють значно спростити процес створення та навчання моделей, оцінки їх якості, візуалізації результатів, прогнозування відповідних значень. Однак суцільне використання лише високорівневних інструментів без розуміння логіки та концепцій машинного навчання може призвести до проблеми «чорної скрині», що також варто враховувати.

Список використаної літератури

[1] Laurence Moroney AI and Machine Learning for Coders. O'Reilly, 2021, 391 с.

[2] Офіційна документація Scikit-Learn [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://scikit-learn.org/stable/

[3] Офіційна документація TensorFlow [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/all_symbols

[4] Датасет Salary Prediction Data Kaggle [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.kaggle.com/datasets/krishnaraj30/salary-prediction-data-simple-linear-regression

УДК 378:51-37

ВИКОРИСТАННЯ BLENDER В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Кривонос О.М. (krypton@zu.edu.ua)
Житомирський державний університет імені Івана Франка (Україна)

В статті розглянуто програмний пакет Blender. Це потужний і універсальний програмний пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, який може бути використаний у навчальному процесі для різних цілей.

Blender є вільним програмним забезпеченням, що означає, що його можна завантажити та використовувати безкоштовно. Це робить його доступним для студентів з усіх соціальних верств. Blender включає в себе широкий спектр інструментів для створення тривимірної графіки, включаючи моделювання, анімацію, рендеринг, компонування та пост-обробку. Це дозволяє використовувати його для широкого спектра навчальних цілей. Існує безліч навчальних матеріалів, доступних для Blender, включаючи відеоуроки, статті та книги. Це робить його легкодоступним для студентів, які хочуть навчитися використовувати програму.

Blender можна використовувати для навчання основам тривимірної графіки, включаючи моделювання, анімацію та рендеринг; для створення творчих проектів, таких як ігри, фільми, анімації та моделі; для дослідження наукових та технічних тем, таких як біологія, архітектура та інженерія.

Комп'ютерні тривимірні моделі міцно увійшли в життя сучасного людини. Часи, коли переважали двовимірні мультсеріали та кінофільми давно позаду, а складність створення 3D-об'єктів вже не така висока як раніше. Разом з цим, незважаючи на доступність, ця діяльність має досить великий попит на ринку праці – будь-яку рекламну, ігрову, телевізійну компанію завжди потрібні гарні спеціалісти, здатні створювати якісну тривимірну графіку. Крім того, 3D-моделювання, зважаючи на свою творчу спрямованість, викликає все більше інтересу у молоді. Все це породжує потребу в наявності дисципліни тривимірного моделювання в школі, проте шкільні програми часто не мають на увазі її як окрему дисципліну і включають до загального курсе інформатики, у якому 3D-редактори розглядаються лише поверхово. В результаті вивчення тривимірного моделювання стає можливим лише у вигляді елективних і факультативних курсів. Однак це також дозволяє сконцентруватися на окремих аспектах моделювання, або ж на конкретних редакторах, при необхідності, створюючи курси, присвячені тільки цьому. Одним із подібних курсів може стати створення скриптів у редакторі Blender – тема, яка може бути актуальною для тих, хто вже має навички роботи в програмі та хоче розширити можливості, а також оптимізувати процес створення тривимірних моделей. Актуальним питанням може стати те, як структурувати елективний курс, яким

чином будувати заняття в даному елективному курсі, на чому варто зробити акцент. Далі у цій статті буде розглянуто зразкову структуру елективного курсу зі створення скриптів у редакторі Blender, а також можливу структуру занять

Починати вивчення будь-якої дисципліни необхідно з самих азів і просуватися поступово, щоб у учнів не виникало прогалин у знаннях, які викликають серйозні труднощі у майбутньому. В даному випадку вкрай важливо буде на перших заняттях курсу приділити достатню увагу основним інструментам для написання скриптів у Blender і надалі по можливості повертатися до цього на кожному наступному занятті, щоб учні вільно могли орієнтуватися в інтерфейсі програми, а також добре знали базовий синтаксис мови. використовується в написанні скриптів.

Мовою програмування для написання скриптів у Blender служить Python. Його інтерпретатор спочатку вбудований у Blender і не потребує окремої установки. Сам пакет виконує роль інтегрованого середовища розробки – IDE (Integrated Development Environment), надаючи розробнику базовий інструментарій у вигляді текстового редактора та інтерактивної Python-консолі [2].

На даний час можна говорити про те, що API пакета Blender є цілком готовим, незважаючи на інтенсивний розвиток пакету, що триває. Однак деякі його частини досі не задокументовані саме завдяки останній обставині [2].

Графічний інтерфейс Blender в режимі скриптингу є однією з перших речей, з якою учні повинні познайомитися на початку проходження курсу і представлений він декількома основними панелями інструментів:

Script Editor – текстовий редактор із підсвічуванням синтаксису.

Видове вікно, де відображається проекція тривимірного об'єкта.

Інтерактивна Python-консоль.

Outliner - реєстр, що представляє всі об'єкти поточної сцени в ієрархічному порядку.

Панель властивостей об'єктів та контекстне меню, що надає доступ до констант та посилань на довідкові матеріали Blender Python API [2, 3].

Не менш важливим аспектом у вивченні написання скриптів у редакторі Blender є наявність знань та навичок у галузі програмування. Зокрема, дуже корисним, і частково необхідним буде уміння працювати з мовою Python. Від цього вміння залежатиме швидкість прогресу у вивченні скриптингу в Blender, проте учні можуть почати вивчати Python вже в процесі проходження елективного курсу. Для цього на перших заняттях передбачуваного курсу необхідно докладно розглянути синтаксис Python, особливості його інтерпретатора у Blender, а потім на кожному наступному занятті приділяти час для повторення та закріплення вивчених основ, додаючи до них нові команди та оператори.

Перше заняття курсу з вивчення створення скриптів у редакторі Blender цілком можна відвести на знайомство або повторення інтерфейсу програми, а також на розгляд синтаксису мови Python. Необхідно також вказати безпосередній зв'язок між текстовим редактором, інтерактивною консоллю та видовим вікном, на якому відображаються тривимірні об'єкти, поступово демонструючи, як змінюється сцена при виконанні тих чи інших команд. На наступних заняттях, після чіткого засвоєння основ, можна вже починати пробувати писати перші найпростіші скрипти.

Щодо структури заняття елективного курсу зі створення скриптів мовою Python у редакторі Blender слід зазначити, що домінуючу позицію має займати практична діяльність учнів. Як і в дисципліні інформатика, в даному курсі основний матеріал, що вивчається, вимагає взаємодії безпосередньо з комп'ютером, внаслідок чого присутня відчутна переважання практичних занять над лекційними [1].

Після вступного заняття курсу, де відбувається лише знайомство з інтерпретатором Python у Blender, наступні заняття доцільно починати з етапу актуалізації вивченого раннього знання, а також перевірки домашнього завдання, якщо воно було дано. Більшість лекційних занять повинна займати робота безпосередньо з мовою Python: закріплюватися синтаксис, вивчатися нові модулі, функції. Все це найбільш ефективно робити у вигляді лекцій, на яких учні конспектуватимуть матеріал. На практичних заняттях учні повинні застосовувати та закріплювати отримані знання, працюючи вже безпосередньо у редакторі Blender. Кожне практичне заняття має супроводжуватися самостійною практичною роботою учнів, яка буде звітом про роботу на занятті [1].

Варто враховувати, що тривимірне моделювання – це насамперед творча діяльність, тому необхідно надавати учням домашні завдання, в яких вони зможуть повноцінно виявити свою індивідуальність, висловити які саме аспекти матеріалу, що вивчаються, зацікавлюють їх найбільше.

Сам елективний курс зі створення тривимірної графіки в Blender за допомогою мови Python можна розділити на три частини: перша частина матиме ознайомлювальний характер, у ній учні поступово знайомляться з інтерпретатором Python у Blender і починають працювати з самою мовою програмування; друга частина курсу може бути основним блоком матеріалу курсу, де учні відтворюватимуть скрипти в Blender і вже намагатимуться писати найпростіші скрипти самі; третя частина елективного курсу може бути повністю звітної: тут учні демонструють отримані знання у створенні власних творчих проектів та здійснюють їх захист перед класом.

Загалом проведення елективного курсу зі скриптингу в Blender не відрізняється будь-якими кардинальними особливостями в порівнянні з іншими курсами з 3D-моделювання або 2D-графіки і, як і вони, вимагає акценту на активній практичній діяльності учнів.

Використання програмного пакета Blender у навчальному процесі може мати як переваги, так і недоліки, в залежності від конкретних цілей і контексту навчання. Ось деякі з них:

Переваги використання Blender у навчанні:

1. Безкоштовність: Blender є вільним програмним забезпеченням з відкритим кодом, що означає, що ви можете використовувати його безкоштовно, що важливо для студентів і навчальних закладів з обмеженими бюджетами.
2. Всебічність: Blender має широкий функціонал, включаючи засоби моделювання, анімації, рендерінгу, редакцію відео та багато інших інструментів. Це дозволяє використовувати Blender для різних навчальних цілей, включаючи навчання графіці, анімації, створення відеоконтенту та інше.
3. Активна спільнота: Blender має велику та активну спільноту користувачів, яка надає безліч ресурсів, включаючи навчальні матеріали, уроки, плагіни та допомогу вирішенню проблем.
4. Кросплатформенність: Blender підтримується на різних операційних системах, що робить його доступним для користувачів з різних пристроїв та платформ.

Недоліки використання Blender у навчанні:

1. Висока складність: Blender може бути складним для новачків через велику кількість функцій та складність інтерфейсу. Навчання використання Blender може вимагати великої витрати часу.
2. Брак підтримки: У навчанні може бути важко знайти підтримку для Blender порівняно з популярними платними програмами, де є більше ресурсів і підручників.
3. Відсутність інтеграції з деякими іншими програмами: Blender може мати обмежену інтеграцію з деякими іншими програмами, що може бути проблемою, якщо вам потрібно працювати з іншими програмами в навчальних цілях.

Загалом, використання Blender у навчальному процесі може бути дуже корисним, але варто враховувати складність програми та доступність ресурсів для навчання і підтримки.

Так, існують альтернативи використанню Blender у навчальному процесі, особливо якщо мова йде про тривимірну комп'ютерну графіку та анімацію. Деякі з популярних альтернатив включають:

1. Autodesk Maya: Це комерційне програмне забезпечення для тривимірної анімації та моделювання. Воно широко використовується у відомому навчальному закладі для вивчення анімації та спеціальних ефектів.
2. Autodesk 3ds Max: Ця програма також від Autodesk і спеціалізується на тривимірному моделюванні та анімації. Вона широко використовується у галузі грифіки та візуальних ефектів.
3. Cinema 4D: Ця програма від Maxon призначена для створення тривимірної графіки і анімації. Вона має інтуїтивний інтерфейс та підтримує роботу з різними типами проектів.
4. Houdini: Houdini від SideFX спеціалізується на тривимірній графіці та візуальних ефектах, і він часто використовується у великих студіях для створення складних анімаційних ефектів.
5. Blender: Хоча ви запитували про альтернативи, Blender все ще може бути дуже корисним для навчання, особливо через його безкоштовність та активну спільноту.

Вибір програми залежить від конкретних потреб, доступності та бюджету. Важливо також враховувати особливості навчального процесу та цілі навчання.

Список використаної літератури

[1] Мосіюк О. О. Переваги використання програмного пакету тривимірної графіки Blender 3D у процесі підготовки майбутнього вчителя інформатики. Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі. 2017. С. 127-128.

[2] Мазур, І. С. В.; Головатий, Д. В. Використання інструментів Blender для створення тривимірних моделей в процесі вивченні дисципліни «3D моделювання». Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти, 2023, С. 51.

[3] Blender3D: Уроки по Blender. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://blender3d.com.ua/.

УДК 004.056.523

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ, АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТОРИЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ У ОСВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Малініч П. П., Коваленко О. О., Малініч І. П. (pavlo.malinich@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

У тезах розглядаються особливості процесу впровадження системи єдиного входу у інформаційних системах закладів вищої освіти, а також технології, які при цьому використовуються. Приділяється увага прикладам використання таких технологій в українських та закордонних університетах. У висновку підведено підсумок перспектив розвитку цієї технології в українських ЗВО.

Освіта, як і будь-яка інша галузь, потребує надійних рішень для централізованої ідентифікації, автентифікації та авторизації своїх користувачів. Необхідність мати окремий логін та пароль для різних онлайн-сервісів одного ЗВО є не лише не комфортним для учасників освітнього процесу, але й забирає багато робочого часу на відновлення доступу до них, ускладнює адміністрування бази користувачів на кожному окремому такому сервісі, а також створює додаткові безпекові ризики. Вирішується подібна проблема завдяки впровадженню системи єдиного входу (*англ*. Single Sign-On, SSO), яка у свою чергу має доступ до єдиної бази ідентифікації користувачів підприємства (*англ*. Identity Provider, IdP).

Системи єдиного входу (SSO) являє собою сукупність інструментів та засобів для забезпечення зручної та швидкої автентифікації з окремих додатків чи систем. Здебільшого SSO складаються із двох основних компонентів: постачальників ідентифікації (IdP) та постачальників сервісу автентифікації та авторизації (*англ*. Authentication and Authorization Service Provider, A&A SP). IdP відповідає за перевірку ідентичності користувача та його аутентифікацію. SP виступає посередником у цих процесах між користувачем та IdP та контролює доступ до ресурсів чи даних, до яких користувач матиме доступ. IdP створює і надає токени користувачу після автентифікації, користувач представляє їх SP для отримання доступу. Іноді можуть існувати додаткові елементи SSO, які можуть додаватись у залежності від вимог. Такими можуть бути: (2) засоби обміну даними аутентифікації – наприклад токени SAML, ідентифікаційні токени OpenID Connect, токени доступу OAuth 2.0, тощо; (3) федерація – обмін та визначення довіри ідентичності користувачів між різними системами; (4) метадані – інформація про конфігурацію та відкриті ключі; (5) керування сеансами – відстеження автентифікованого стану користувача в різних додатках; (6) одночасний вихід (SLO) – вихід із всіх додатків у системі SSO при виході з одного додатку. Невід'ємною складовою SSO-рішень є багатофакторна автентифікація (*англ*. Multi-factor authentication, MFA), яка полягає у комбінації двох чи більше видів автентифікації користувача. MFA поділяється на три категорії: "що я знаю" – пароль, ключова фраза тощо; "що я маю" – смартфон, фізичний ключ (смарт-карта), мікрочіп тощо; "ким я є" – відбиток пальця, сітківки ока тощо. Подібні підходи дозволяють ускладнити компрометацію доступу кожного окремого користувача.

Для обміну даних між компонентами SSO-систем є протоколи SAML, OAuth та LDAP. SAML – протокол, що забезпечує безпечний та надійний зв'язок між IdP та SP із форматом даних на основі XML. Протокол OAuth призначений для надання обмеженого доступу до ресурсів користувача без розкриття його облікових даних. Основна відмінність від SAML полягають у відсутності конкретного формату даних, зокрема "Client Credentials", "Authorization Code",

"Implicit" тощо. У свою чергу LDAP зазвичай використовується для доступу до даних в каталогах та пошуку ідентифікаційних даних. У той час як SAML та OAuth сфокусовані на обмін інформацією та авторизацію у різних середовищах, LDAP використовується для доступу до даних ідентифікації у каталогах.

Серед найбільш використовуваних у освітньому середовищі SP-реалізацій для автентифікації та авторизації онлайн можна визначити такі: SimpleSAMLphp, OpenAM та Shibboleth. SimpleSAMLphp розроблений для реалізації систем автентифікації на основі SAML. Він має менш складну реалізацію порівняно зі більш складними системами, такими як OpenAM і Shibboleth. OpenAM має широкий спектр можливостей для управління ідентичністю та доступом, включаючи аутентифікацію, авторизацію та управління сеансами. Якщо визначати яке рішення найбільш краще підходить для вищої освіти, то найбільш оптимальним вибором можна вважати саме Shibboleth. В якості найбільш вживаних IdP-систем у сфері освіти можна виділити наступні: Apache Directory, FreeIPA, Microsoft Active Directory та OpenLDAP. FreeIPA – ще одна реалізація IdP для Unix-подібних систем, яка призначена для тісної інтеграції з операційними системами Unix та Linux. FreeIPA та OpenLDAP потребують спеціальних прошарків для інтеграції з не-Unix системами, наприклад Samba (для Windows).

Для розгортання Self-hosted системи, яка могла б поєднати у собі функціонал як IdP-систем так і A&A SP-систем необхідно будувати та налаштовувати досить складну інфраструктуру з різних програмних рішень, перед чим необхідно виконати достатньо ретельний аналіз існуючої IT-інфраструктури та розробку архітектури. Для супроводу подібних систем потрібно мати штат висококваліфікованих DevOps-інженерів та системних адміністраторів, що далеко не завжди можливо для IT-відділів навчальних закладів, зокрема і ЗВО України технічного спрямування.

Завдяки розвитку хмарних технологій, нині можливо використати відповідні хмарні рішення для впровадження SSO у організації, які поєднують у собі функціонал IdP та SP. Таким чином можливо суттєво спростити налаштування таких рішень, а також позбутись необхідності самостійно підтримувати ряд складних програмних сервісів. Серед переваг використання хмарних SSO-сервісів найбільш суттєвими є легкість впровадження, адміністрування, інтеграції з іншими сервісами та високий рівень кіберзахищеності. Легкість впровадження полягає у тому, що подібні сервіси мають потужні плагіни та засоби штучного інтелекту для видобутку та уніфікації розрізнених баз користувачів з різних онлайн-ресурсів певної організації. Подібні сервіси легко адмініструвати, тому що вони мають централізовану веб-консоль управління. Уніфікація різних підсистем також дозволяє спростити адміністрування. Іншою перевагою є гарний рівень інтеграції з іншими хмарними сервісами, такими як Google Workspace, Microsoft 365 (Office 365), Zoom, Salesforce, AWS, Zoho, WordPress тощо. Безпека акаунтів користувачів забезпечується завдяки використанню MFA та регулярній ротації паролів. Над глобальною безпекою хмарних SSO-сервісів працюють цілі команди кібербезпеки, DevOps та розробники, оскільки захищеність цих сервісів є запорукою їх репутації, що максимально зменшує можливість експлуатації вразливостей менш захищених мережевих протоколів [1].

Серед існуючих хмарних сервісів з функціоналом IdP та SP виділено наступні, які є популярними серед українських та закордонних ЗВО: Microsoft Entra ID, Delinea, Okta та Zluri. Microsoft Entra ID постачається разом із підпискою Microsoft 365 та Azure. Перевагою для ЗВО є наявність безкоштовної підписки. Користувачі освіти: Університет "КРОК", EPAM Academy, Донецький національний університет імені Василя Стуса, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара [2, 3]. Delinea (раніше відома як Centrify) також має досить широке коло освітніх клієнтів: Гарвардська медична школа, Університет Флориди, Північно-східний університет (США), Університет Східної Кароліни [4]. Маючи гарні конкурентні переваги у сфері інтеграції Okta є також і найбільш дорогим сервісом, серед його користувачів є Університет Нотр-Дам [5]. Останній, Zluri відомий завдяки потужній інтеграції з сервісом LinkedIn Learning [6]. Одним із недоліків даних сервісів є їх недоступність для бюджетних ЗВО так як вони не продають свої послуги на майданчиках держзакупівель України.

Висновок. При впровадженні систем централізованої ідентифікації, автентифікації та авторизації користувачів, заклади вищої можуть зіткнутися із недостатком функціоналу існуючих SSO-систем, складність міграції та адаптації до потреб освітнього процесу, а також недостаток кваліфікованого персоналу для впровадження подібних систем. Найкращою опцією є

користування послуг компаній, що займаються системною інтеграцією у сфері IT, однак це не завжди можливо для бюджетних установ.

Список використаної літератури

[1] І. П. Малініч і В. І. Месюра, "Ін‘єктивний метод отримання даних користувацького досвіду в ігрових симуляторах комп‘ютерних мереж", *Вісник ВПІ*, вип. 5, с. 49–54, Жовт. 2019.
[2] "Дистанційна освіта в університеті «КРОК» під час карантину", Освіта.UA, 31.07.2020. [Online]. Available: https://osvita.ua/consultations/75374/ [Accessed: September 13, 2023].
[3] "Primary and Secondary Education", Microsoft Customer Stories, 21.09.2021. [Online]. Available: https://customers.microsoft.com/en-us/search?sq=&ff=story_industry_friendlyname%26%3EPrimary%20and%20Secondary%20Education&p=0&so=story_publish_date%20desc [Accessed: March 03, 2023].
[4] "Privileged access management for educational institutions", Delinea, 08.08.2022. [Online]. Available: https://delinea.com/solutions/privileged-access-management-for-educational-institutions [Accessed: September 13, 2023].
[5] "A look into how Notre Dame is protecting and enabling campus users with Okta", Okta, 20.09.2020. [Online]. Available: https://www.okta.com/resources/webinar-a-look-into-how-notre-dame-is-protecting-and-enabling-campus-users-with-okta/ [Accessed: September 13, 2023].
[6] "Get more out of LinkedIn Learning with Zluri", Zluri, 27.11.2021. [Online]. Available: https://www.zluri.com/catalog/linkedin-learning/ [Accessed: September 14, 2023].

УДК 331.108.2

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРАЦІ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ДЛЯ ВИПУСКНИКІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 122 «КОМП`ЮТЕРНІ НАУКИ»

Мальцев М.С., Селіванова А.В.
(yamaltsevm@gmail.com, av_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

У дані роботі розглядається дослідження ринку праці в галузі інформаційних технологій і його важливість для випускників спеціальності "Комп'ютерні науки". Зазначається актуальність теми в умовах швидкого розвитку технологій та зміни попиту на IT-професіоналів. Обґрунтовується вибір методу аналізу даних ринку праці за ключовими словами та аргументується його вибір як ефективного засобу для визначення затребуваності навичок на ринку праці. В роботі згадується про спеціалізоване програмне забезпечення через його здатність автоматизувати процес аналізу тексту та швидко надавати результати. Подано обґрунтування вибору програмного забезпечення.

У сучасному світі інформаційні технології є однією з найбільш динамічно розвиваючих галузей, а їх вплив на глобальну економіку стає суттєвішим з кожним роком. Навіть в умовах війни, технологічна сфера продовжує свій стабільний ріст. У 2022 році, в Україні, на спеціальність «Комп’ютерні науки» була зафіксована рекордна кількість вступників, і ця тенденція обумовлена не лише перспективністю галузі, але і її важливістю в умовах сучасних викликів.

За даними дослідження, проведеного Асоціацією "IT Ukraine" наприкінці 2022 року, відзначено декілька ключових аспектів:

1. IT-галузь в Україні продовжує зростати, залишаючись однією з провідних у вітчизняній економіці. Навіть в умовах війни, ця галузь залишається єдиною експортною галуззю, яка повноцінно функціонує.

2. Багато українських IT-компаній успішно пристосувались до воєнних реалій та знаходять шляхи вирішення складних ситуацій.

3. Незважаючи на внутрішні труднощі, 82% IT-компаній планували підвищити зарплату працівникам.

4. IT-галузь залишається однією з найбільш перспективних для кар'єри. Однак, вища освіта не завжди вистачає для "увіходу в IT", і більшість фахівців мають додаткову професійну підготовку.

5. IT-спеціалісти широко вимагаються у різних галузях, включаючи промисловість, ритейл, фінанси та оборонну сферу.[1]

Зважаючи на постійний ріст та значення IT-галузі, дана робота, яка досліджує ринок праці в сфері інформаційних технологій та пропонує рекомендації для випускників, відіграє важливу роль в контексті сучасних викликів. Це дослідження дозволить ліпше зрозуміти потреби ринку праці та сприяти підготовці молодих спеціалістів для успішної кар'єри в галузі IT.

З огляду на важливість точного та надійного аналізу ринку праці в сфері інформаційних технологій, обрання методу дослідження є ключовим етапом у нашій роботі. Для цієї мети був обран метод аналізу ключових слів.

Метод визначення категорії вакансії за допомогою пошуку ключових слів в тексті вакансії є одним із найпростіших і найшвидших способів класифікації вакансій. Він полягає в тому, щоб програма шукала певні ключові слова або фрази в тексті вакансії і на основі цих ключових слів визначала до якої категорії вакансії вона відноситься.

До переваги використання цього методу можна віднести простоту і низькі витрати на розробку. Цей метод не вимагає складних моделей машинного навчання та не потребує тривалого навчання на великій кількості даних. Програма можете бути швидко розроблена для аналізу вакансій, визначаючи ключові слова, які асоціюються із категоріями, і розпочати свою роботу.

Також слід відзначити швидку обробку даних при використанні цього методу, що є важливим для обробки великих обсягів даних, де вагому роль грає швидкість. Метод пошуку ключових слів може працювати дуже швидко, оскільки не потребує складних обчислень або обсяжного аналізу тексту.

Не менш важливою перевагою є мінімальне навантаження на систему. Оскільки цей метод не використовує глибоке машинне навчання або нейронні мережі, він не навантажує систему настільки, як складніший підхід. Він може бути особливо корисним в обмежених обчислювальних умовах.

Для деяких завдань, де ключові слова або фрази дуже конкретно асоціюються із певними категоріями вакансій, цей метод може бути досить точним.

Проте важливо розуміти, що цей метод має свої обмеження, і він може бути менш ефективним в ситуаціях, де текст вакансій неоднозначний або коли існує багато варіантів синонімів та виразів, а також коли потрібна висока точність та робота з різними мовами.

Для програмної реалізації дослідження було обрано мову програмування Java, фреймворк Spring Boot, базу даних MongoDB і парсер Jsoup. Використання цих технологій для програмної реалізації дослідження ринку праці в сфері інформаційних технологій має кілька важливих переваг.

Мова програмування Java дозволяє створювати програми, які працюють на різних операційних системах без змін. Широка спільнота розробників та багато ресурсів спрощують розробку та пошук вирішень для проблем.

Spring Boot надає конфігурацію за замовчуванням, що допомагає значно прискорити розробку додатку. Легкість розгортання додатків дозволяє швидко впроваджувати зміни та оновлення.

MongoDB - це NoSQL база даних, яка дозволяє зберігати дані в форматі JSON-подібних документів. Це ідеально підходить для зберігання текстових даних та документів, таких як оголошення про роботу. MongoDB легка в налаштуванні та використанні, що робить її чудовим вибором для малих проектів.

Jsoup - це потужна бібліотека для парсингу HTML-документів, що дозволяє отримувати дані з веб-сторінок. Використання Jsoup полегшує видобуток текстової інформації з вакансій та сайтів.

Загалом, використання цих технологій спрямоване на забезпечення швидкості, надійності та продуктивності у процесі дослідження ринку праці в галузі IT. Вони дозволяють створити ефективний інструмент для аналізу та обробки даних, що є критичним для даної роботи.

Дослідження ринку праці в сфері інформаційних технологій підтвердило актуальність теми в контексті сучасних викликів та динамічного розвитку IT-галузі. Рекордна кількість вступників на спеціальність "Комп'ютерні науки" та стабільний ріст IT-галузі в Україні підтверджують важливість вивчення ринку праці.

Обрання методу аналізу ринку за ключовими словами було обгрунтовано його простотою, швидкістю та мінімальним навантаженням на систему. Цей метод дозволив здійснити точний аналіз вакансій та отримати важливі дані щодо потреб ринку праці. Використання мови програмування Java, фреймворка Spring Boot, бази даних MongoDB та парсера Jsoup було обрано на основі їх ефективності та надійності, що сприяло створенню ефективного інструмента для аналізу ринку праці в галузі IT.

Усі ці кроки обґрунтовують значущість дослідження та підкреслюють важливість точного та надійного аналізу ринку праці в сфері інформаційних технологій. Результати цього дослідження можуть бути важливими для підготовки молодих спеціалістів та сприяти їх успішній кар'єрі в галузі IT.

Список використанної літератури

1. Https://www.fcit.od.ua/tpost/yujf1abgx1-trendi-ukranskogo-it-rinku-v-2023-rots // Факультет кібербезпеки та інформаційних технологій Національного університету "Одеська юридична академія": [Веб-сайт]. Одеса, 2023. URL: https://www.fcit.od.ua (дата звернення: 15.10.2023).

УДК 004.9

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ КАФЕДРИ

Повх М.І., Свинчук О.В. (mishapovkh1@gmail.com, 7011990@ukr.net)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Дана робота спрямована на створення та організацію системи обмеженого доступу до інформаційних ресурсів освітньої установи. Особливістю даної інформаційної системи є те, що система обмеженого доступу є окремою структурою, котра може ефективно інтегруватися в існуючу інформаційну інфраструктуру.

У сучасному світі інформація стала важливим ресурсом, доступ до якого необхідно регулювати з метою забезпечення безпеки та конфіденційності [1]. Зокрема, це стосується інформаційних ресурсів кафедр університетів, які містять велику кількість важливих даних: наукові роботи, результати студентських досліджень, методичні матеріали, та інші конфіденційні дані. Питання організації системи обмеженого доступу до таких ресурсів набуває особливої актуальності сьогодні.

Обмеження доступу до інформаційних ресурсів кафедри вимагає впровадження спеціальних технологій та механізмів, які здатні забезпечити високий рівень безпеки, гнучкість управління правами доступу та зручність використання. Це повинно включати як фізичний доступ до комп'ютерного обладнання, так і віртуальний доступ до різноманітних електронних даних [2].

Подібна система обмеженого доступу до інформаційних ресурсів кафедри забезпечить не тільки збереження цінності зібраної інформації, але і сприятиме ефективнішому використанню цієї інформації, так як користувачі будуть мати можливість легко знаходити та використовувати потрібні дані в межах своїх прав доступу.

Метою даної робити є організація системи обмеженого доступу до інформаційних ресурсів кафедри у вебзастосунках.

Отримана в результаті роботи інформаційна система може бути впроваджена в освітній процес закладів вищої освіти для організації системи обмеженого доступу до онлайн ресурсів. Викладачі та провідні інженери кафедри матимуть можливість створювати ролі користувачам вебзастосунку та за допомогою них керувати доступом до конфіденційної інформації.

Адміністратори вже існуючих застосунків зможуть інтегрувати систему обмеженого доступу в свій продукт без потреби у зміні вже існуючого функціоналу.

Особливістю даної інформаційної системи є те, що система обмеженого доступу є окремою структурою, котра може ефективно інтегруватися в існуючу інформаційну інфраструктуру. Це означає, що система розроблена таким чином, щоб вона могла взаємодіяти з іншими компонентами та модулями існуючого вебсайту кафедри, зберігаючи при цьому цілісність інтерфейсу і дизайну. Система також конструйована з урахуванням можливості масштабування, адже обсяг інформаційних ресурсів може зростати, а також кількість користувачів і їх ролей може змінюватися. Таким чином, наявність добре організованої системи обмеженого доступу до інформаційних покращить функціонування будь-якої освітньої установи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Настюк В., Бєлєвцева В. *Адміністративно-правовий захист інформації: проблеми та шляхи вирішення*. Харків : Право, 2013.

[2] Бєляков К. *Інформатизація в Україні: проблеми організаційного, правового та наукового забезпечення*. Київ, Україна : КВІЦ, 2008.

УДК: 004.8:37.016.4

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СЕРЕДНІЙ ТА ВИЩІЙ ШКОЛІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ

Покришень Д.А. (pokryshen@ukr.net)
Чернігівський обласний інститут післядипломної
педагогічної освіти імені К. Д. Ушинського (Україна)

У тезах розглядаються важливі аспекти використання Штучного Інтелекту (ШІ) у середній та вищій школі та відзначає його значущий вплив на освітній процес. Автор підкреслює, що ШІ не є лише модним трендом, але справжнім інструментом для покращення навчання та викладання. У матеріалі автор аналізує, як ШІ може перетворити освіту, надаючи індивідуальний підхід для кожного учня, полегшуючи комунікацію та підтримку завдяки чат-ботам, покращуючи якість навчального контенту та аналізуючи виконання завдань.

У матеріалі також наголошується на важливості впровадження ШІ в освітній процес вищої школи, можливості, які відкриваються завдяки аналізу даних, автоматизації адміністративних завдань та створенню онлайн-курсів, що робить вищу освіту більш доступною. Крім того, говориться про важливість співпраці між учасниками освітнього процесу та оптимізації використання ресурсів завдяки ШІ.

Штучний інтелект (ШІ) – це не просто новітній тренд у сфері технологій, але і справжній інструмент для вдосконалення освітнього процесу. Діяльність в сфері освіти у всьому світі вже відчуває вплив цієї технології, але далеко не в повному обсязі. Розглянемо деякі ключові аспекти, які стосуються використання ШІ у середній та вищій школі, і заглибимося у ці питання більше.

Середня школа:

1. *Персоналізоване навчання*: ШІ дозволяє створювати індивідуальний підхід до кожного учня. Він аналізує не лише академічні досягнення, а й стиль навчання, інтереси і потреби учня. Це створює більш комфортні умови навчання, що у свою чергу впливає на ефективність.

2. *Чат-боти для підтримки*: Чат-боти на базі ШІ можуть відповідати на запитання учнів щодо навчання та надавати рекомендації щодо домашніх завдань.

3. *Якісний контент*: ШІ може допомагати вчителям створювати кращі навчальні матеріали та плани уроків. Аналізуючи результати навчання, він може підказувати, як покращити підходи до викладання.

4. *Аналіз виконання завдань*: ШІ може оцінювати рівень зрозуміння матеріалу, а також виявляти слабкі місця учнів, щоб вчителі могли зосередити увагу саме на цьому.

5. *Менторство та психологічна підтримка*: ШІ-системи можуть надавати учням психологічну підтримку, виявляючи фактори стресу чи депресії, і рекомендувати спеціалізовану допомогу.

6. *Розвиток навичок майбутнього*: Знання про ШІ та можливість працювати з ним допомагає підготувати учнів до майбутньої роботи, де ШІ вже стає стандартом.

Вища школа:

1. *Дослідження та розвиток*: Заклади вищої освіти можуть використовувати ШІ для аналізу великих обсягів даних та допомоги в проведенні наукових досліджень у різних областях.

2. *Підтримка студентів*: ШІ може надавати студентам інформаційну підтримку щодо розкладу, вибору курсів і навіть психологічну підтримку.

3. *Оцінювання робіт*: Системи ШІ можуть аналізувати роботи та допомагати викладачам при оцінці завдань, забезпечуючи більш об'єктивні та конструктивні оцінки.

4. *Онлайн-курси і масштабування*: Використання ШІ дозволяє створювати якісні онлайн-курси, що збільшує доступність вищої освіти для більшого числа студентів.

5. *Автоматизація адміністративних завдань*: Системи ШІ можуть використовуватися для обробки адміністративних завдань, таких як прийом документів, стипендій, реєстрація на курси тощо, що відкриває можливість звільнити час для якісної освіти.

6. *Вдосконалення співпраці між учасниками освітнього процесу*: Використання ШІ для створення платформ для співпраці між викладачами, студентами і дослідниками сприяє обміну ідеями і підвищенню якості освіти.

7. *Аналіз використання ресурсів*: ШІ допомагає визначити, як краще використовувати навчальні ресурси і фінанси, щоб забезпечити ефективність навчання на рівні вищої освіти.

Усі ці можливості використання ШІ у середній та вищій школі розширюють горизонти освіти та створюють нові шляхи для покращення якості та доступності знань. Проте, разом із цим виникають етичні і безпекові питання, які також вимагають уваги та регулювання. Шлях до успішного використання ШІ в освіті лежить через ретельне вивчення цих питань і взаємодію всіх учасників освітнього процесу для забезпечення максимальної користі від цієї інновації.

Із деякими прикладами використання ШІ в освіті можна ознайомитись на блозі «Розвиток творчої дитини» за посиланням https://tvorchistd.blogspot.com/2023/04/blog-post.html

УДК 004.946 (5)

ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МОДУЛЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ

Сторожук Ю. В., Коваленко О.О. (ok@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Метою досліджень є виявлення особливостей тестування продуктивності ігрових веб-застосунків. Такі особливості дозволять визначити напрями формування збалансованого інформаційного середовища тестування веб-застосунків. Продуктивність роботи модуля гейміфікації в системі управління навчанням може бути оцінена тільки через ефективність продуктивності мережевої взаємодії викладача та здобувачів.

Тестування продуктивності ігрових веб-застосунків базується на визначенні основних показників продуктивності ігрового процесу та взаємодії з користувачем. Напрями оцінювання рівня продуктивності можна розділити на два основних – тестування відповідно до технічних показників, завантаженості, а також тестування відповідно до особливостей гри або модуля гейміфікації. Відомі підходи тестування продуктивності мають свої особливості в продуктах гейміфікації [1-3]. Спеціальні підходи використовуються для запровадження елементів гейміфікації в освіті та бізнесі [4,5]. Проблеми тестування продуктивності модуля гейміфікації в системі управління навчанням вивчені недостатньо і пов'язані з різними технічними та методичними аспектами, що потребує окремого підходу до тестування.

Мета дослідження – визначення особливостей тестування продуктивності модуля гейміфікації в системі управління навчанням.

Традиційні підходи тестування продуктивності ігрових застосунків передбачають формування сценаріїв тестування відповідно до таких показників та сценаріїв:

Для перевірки швидкодії виконується тестування запуску гри, перезапуску, швидкості завантаження різних сцен та рівнів.

Динамічні ігри повинні бути перевірені на стабільність відносно кількості кадрів в секунду на різних платформах та пристроях, операційних системах, браузерах. Продуктивність мережевої взаємодії гри також оцінюється на різних мережах, рівнях Інтернет.

Багатокористувацькі ігри перевіряються на рівні збільшеної кількості гравців та великих обсягах даних, інтенсивної одночасної групової гри. Крім того, продуктивність оцінюється при запровадженні змін, рівня гри, групової взаємодії тощо.

Окремими напрямами тестування є перевірка використання пам'яті, автоматичного звільнення ресурсів після завершення гри, виконання переходів між рівнями; перевірка довготривалості та безпеки.

Для тестування модуля гейміфікації в системі управління навчанням необхідно визначити чіткі правила використання ігрових елементів, автоматизовані ігрові процеси та правила роботи користувачів.

Так, найбільше навантаження цей модуль, як і вся система має під час сесії, проходження тестів, обсяг оброблюваних даних зростає два рази на рік. Сервери тестування, передачі даних, електронного деканату найбільш завантажені. Сама гра, нарахування балів, формування журналу активності студентів не повинні негативно впливати на швидкодію роботи системи та перевантажувати сервери та інфраструктуру системи. Збереження даних необхідно здійснювати структуровано, разом з передачею повідомлень користувачу для його мотивації.

Найбільш об’єктивне тестування навантаження здійснюється під час реального навчання та взаємодії з користувачами.

Оцінювання навантаження гейміфікації при тестуванні системи управління навчанням є важливим для використання ігрового підходу зацікавлення здобувачів. Так, наприклад, розробники перевіряють саму ідею пасивних ігрових елементів – автоматичного нарахування балів за активність з врахуванням штучного отримання балів (відкриття контенту цільових навчальних матеріалів декілька раз, штучний збій і знов проходження тренувальних тестів тощо).

Визначення сценарію використання модуля гейміфікації передбачає формування балів за активності в системі відповідно до можливостей здобувача виконання завдання за день, годину з подальшим збереженням даних для викладача, який включає ці дані в свою систему оцінювання активності здобувача.

Тестування використання різних сценаріїв здійснюється за допомогою симуляції, тестових користувачів, імітації діяльності реальних користувачів. Для моніторингу ресурсів серверів необхідно оцінити рівень використання пам’яті, дискового простору, мережевого трафіку, формування запитів, результати збереження даних.

Будь-які зміни потребують повторного тестування продуктивності системи відповідно до плану очікування. На основі результатів тестування розробляють план змін і розвитку модулю гейміфікації.

Крім технічних характеристик, важливим моментом є тестування ефективності використання гейміфікованих елементів. Для цього визначають експериментальні групи, в яких запроваджують активні сценарії врахування активностей студентів за допомого гейміфікованих елементів та групи, в яких гейміфікація використовується пасивно. Отримані результати оцінювання знань, опитування студентів щодо застосування модуля гейміфікації є основою для формування рівня ефективності використання ігрових елементів в системі управління навчанням.

Досвід використання модулю гейміфікації в системі JetIQ VNTU свідчить про невикористаний потенціал впливу рівня гейміфікації на активність студентів під час дистанційного та змішаного навчання. Для збільшення рівня зацікавленості студентів, необхідно удосконалити сценарії використання результатів активності студентів та нагадування викладачам щодо використання ігрових даних в процесі оцінювання знань здобувачів. Крім того, необхідно посилити ігрові елементи для студентів, які виконують наукові дослідження, є активними в дискусіях на форумі, залучаючи викладачів до неформального оцінювання (лайки, зворотний

зв'язок із студентами). Залучення і здобувачів, і викладачів в гру дозволить зменшити бар'єр щодо нерозуміння необхідності запровадження ігрових елементів в систему управління навчанням наскрізно – від першого кроку роботи студента в інформаційному середовищі до виконання екзаменаційно-залікових завдань.

Запропонований підхід розділяє тестування модуля гейміфікації на два напрямки – технічний та методичний. Але обидва напрями повинні бути застосовані одночасно, тому що від методичної ефективності та технічної продуктивності залежить загальний рівень ефективності використання модуля гейміфікації та рівень його впливу на результати зацікавленості студентів в засвоєнні знань, взаємодії із викладачами та іншими здобувачами в електронному середовищі дистанційного та змішаного навчання.

Список використаної літератури

1. C. P. Schultz, Game testing all in one. Boston, MA: Thomson/Course Technol., 2005.
2. Microsoft Corporation, Performance Testing Guidance for Web Applications. Microsoft Press, 2020.
3. L. Levy, Game development essentials: Game QA & testing. Clifton Park, N.Y: Delmar/Cengage Learn., 2010.
4. T. Reiners та L. C. Wood, Gamification in Education and Business. Springer, 2016.
5. О. Коваленко та Є. Паламарчук, Моделі гейміфікації в системах управління навчанням. Вінниця: ВНТУ, 2023. [Онлайн]. Доступно: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36758/123115.pdf?sequence=2&isAllowed=y

УДК 004.588

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗВІТІВ З НАУКИ ВИКЛАДАЧІВ КАТЕДРИ

Ткаченко Р. О., Свинчук О. В., Бандурка О.І.
(roman2003tk@gmail.com, 7011990@ukr.net, o.i.bandurka@ukr.net)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського (Україна)

Дана робота присвячена створенню інформаційної системи для формування звітів з науки. Використання такого програмного забезпечення викладачами катедри закладу вищої освіти сприяє підвищенню мотивації викладачів до активної наукової роботи, оскільки вони можуть чітко відслідковувати свій науковий внесок і результати. Описано функціональність системи та її архітектурний підхід. Система допоможе оптимізувати управлінські процеси на катедрі та підвищити якість освіти.

Створення інформаційної системи для формування індивідуальних звітів з науки викладачів катедри є актуальним завданням для закладів вищої освіти. Така система покращить та полегшить досвід збору та збереження інформації, підвищить рівень якості освіти та оптимізує навчальний процес. Головною метою даної системи є забезпечення прозорості та звітності в діяльності катедри. Створення такого інформаційного забезпечення також сприяє підвищенню мотивації викладачів до активної наукової роботи, оскільки вони можуть чітко відслідковувати свій науковий внесок і результати. Крім того, ця система допомагає у зручному моніторингу та аналізі наукової діяльності, що сприяє вдосконаленню стратегій і ресурсного планування для подальшого розвитку катедри та підвищенню її рейтингу в науковому середовищі.

Користувачами інформаційної системи є:

- Викладачі: вносять свої наукові здобутки у систему. Також є можливість вести особистий науковий профіль, завантажувати наукові статті та тези доповідей, а також генерувати індивідуальні звіти на основі власної активності у науковій роботі.
- Завідуючий кафедрою: переглядає та аналізує активність всіх викладачів, спостерігає за загальною динамікою розвитку наукової роботи катедри. Має доступ до загальних звітів, може

аналізувати внесок кожного викладача в наукову діяльність кафедри, а також формувати загальну звітність.

- Аспіранти: вносять дані про свої наукові роботи, участь у дослідницьких проектах і конференціях. Забезпечені можливістю вести свій науковий профіль, зберігати робочі матеріали та створювати індивідуальні звіти на основі своєї активності.
- Відповідальний за науково-інноваційний напрям катедри: управляє доступом до системи, робить резервне копіювання даних, ініціює процеси аудиту та забезпечує технічну підтримку. Має повний контроль над інформаційною системою, здійснює моніторинг та забезпечує її безперебійну роботу.

Основні складові інформаційної системи, що описують її функціональність:

1. Збереження даних: забезпечення надійного зберігання всіх даних про наукові здобутки викладачів, включаючи особисті дані, інформацію про наукову діяльність, публікації, наукова робота зі студентами тощо. Це дозволяє забезпечити безпеку і збереження історії даних для подальшого аналізу та формування звітів.
2. Формування графіків і діаграм: автоматичне створення графіків і діаграм на основі зібраних даних. Система може створювати графіки, що відображають динаміку наукового росту викладачів, залежність між науковою активністю та показниками катедри або інші параметри, які цікаві для аналізу.
3. Планування і аналіз наукової роботи: створення викладачами катедри планів наукової роботи, визначення цілей та завдань, внесення коректив в діяльність на основі аналітичних даних. Система також надає інструменти для проведення аналізу наукових досягнень і визначення ефективних стратегій подальшого розвитку.
4. Інтерактивність та спілкування: створення умов для взаємодії між викладачами, аспірантами, студентами та керівництвом кафедри. Система може включати можливості спілкування через чат, обмін повідомленнями, обговорення наукових проєктів, інтерактивні дискусії та спільну роботу над документами.
5. Формування індивідуальних звітів: основною функцією системи є формування індивідуальних звітів для кожного викладача кафедри на основі накопичених даних. Ці звіти можуть містити інформацію про наукову активність, публікації, участь у проектах, викладацьку роботу та інші важливі показники.

Розробка інформаційної системи формування індивідуальних звітів з науки викладачів катедри з використанням технологій TypeScript, NestJS, MongoDB, PrismaORM, Docker і мікросервісної архітектури є сучасним та ефективним рішенням для оптимізації управлінських процесів у вищій освіті. Для створення користувацького інтерфейсу використовується React. Додаток дозволить забезпечити доступність, зручність та ефективність ведення звітності, забезпечуючи високий рівень якості освіти та забезпечуючи безпеку та актуальність даних. Цілісність даних забезпечується завдяки реплікації, що включає в себе процеси копіювання та збереження інформації на різних вузлах системи. Реплікація даних відбувається на рівні так званих репліка-сетів або групи вузлів. Після того, як інформація розподілена між різними репліка-сетами (групами вузлів), наступним обов'язковим кроком є реплікація даних з первинного вузла на два інших – вторинних вузлах.

Ця архітектурна модель гарантує горизонтальну масштабованість бази даних, що означає, що систему можна легко розширювати, додаючи нові репліка-сети без порушення роботи вже існуючих даних на інших кластерах. Такий підхід забезпечує надійність і стабільність системи, навіть у випадку великої кількості даних та збільшення навантаження. Реплікація дозволяє зберігати резервні копії даних, що забезпечує їхню доступність у випадку непередбачених ситуацій або втрати інформації.

Реплікація даних у цій системі відбувається на рівні так званих репліка-сетів, або групи вузлів. Після того, як інформація розподілена між двома різними репліка-сетами (групами вузлів), необхідним наступним кроком є реплікація даних з первинного вузла на два інших - вторинних вузлах, як це показано на рисунку. Основною перевагою такої архітектурної моделі бази даних є її горизонтальна масштабованість. Це означає, що систему можна легко розширювати, додаючи нові репліка-сети без порушення роботи вже існуючих даних на інших кластерах.

Рисунок 1. Опис реплікації даних в інформаційній системі

Отже, об'єднуючи переваги вищезазначених технологій та підходів, дана інформаційна система здатна автоматизувати процес формування індивідуальних звітів викладачами катедри з науки, забезпечуючи високий рівень безпеки, доступності та актуальності даних. Система також допоможе оптимізувати управлінські процеси на катедрі та підвищити якість освіти. У подальшому планується розширення функціоналу системи для формування звітів не тільки з науки, а й з інших напрямів кафедри.

Список використаної літератури

1. Mongodb Manual, 2008 [Online]. Available: https://docs.mongodb.com/manual/reference/program. Accessed on: October 10, 2023.

2. AWS. "What Is An API (Application Programming Interface)?". Amazon Web Services. [Online]. Available: https://aws.amazon.com/what-is/api/. Accessed on: October 10, 2023.

3. Zyp K. NoSQL Architecture. 2017. [Online]. Available: https://www.sitepen.com/blog/nosql-architecture/. Accessed on: October 10, 2023.

A. Gupta, S. Tyagi, N. Panwar, and S. Sachdeva, “NoSQLDatabases: Critical Analysis and Comparison,” InternationalConference on Computing and Communication Technologiesfor Smart Nation (IC3TSN), 2017.

УДК 37.091.214.18:004:793.7

ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОІГОР НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Токар І.І. (16fi.i.tokar@std.npu.edu.ua)
Український державний університет імені Михайла Драгоманова (Україна)

Розглянуто навчальні ігри, які можна використати на уроках інформатики для проведення тестувань, самостійних та опитувань. Продемонстровано використання сервісу Kahoot! Для використання Kahoot! вчителю необхідно зареєструватися, за бажанням, можна обрати один із планів, але для ознайомлення та проведення тестів базового рівня цілком досить безоплатної версії, яку за бажанням можна в подальшому розширити.

Ключові слова: гейміфікація, уроки інформатики, програмний засіб Kahoot!.

Вступ Сьогодні учні все більше часу прагнуть гратися в різні ігри на телефоні чи на комп’ютері замість того, щоб витратити час на підготовку до занять чи виконання домашніх завдань. Так само вони прагнуть пограти і під час уроків. Забороняти учням використовувати смартфон можна різними способами, а саме: вводячи заборони на телефони в школі, обмежуючи

доступ до WiFi і таке ін. А можна використати смартфон як засіб навчання. Таким чином можемо заохотити учня до роботи в звичному та зручному для нього форматі.

Основний матеріал. Для досягнення мети зацікавлення учнів на уроках інформатики окрім розробки цікавих завдань за навчально програмою, доцільно використовувати: динамічні презентації (Power Point чи Prezi.com), тести (на сервісах Всеосвіта та НаУрок, які можна вважати звичними для дітей, натомість можемо використати сервіси з якими поки не знайома велика кількість учнів – Kahoot!).

Kahoot! – це не лише цікаві та динамічні тести, це глобальна компанія з платформами навчання, мета якої допомогти здобувачам освіти та викладачам розкрити свій навчальний потенціал [1]. Як зазначено на сайті Kahoot! місія цього проєкту – «Зробити навчання приголомшливим». Використання цього сервісу дає можливість провести цікаве та динамічне тестування для учнів.

У безоплатній версії необмежена кількість запитань та лише 2 типи – «Квіз» та «Так чи ні». У платних версіях можливості вчителя суттєво розширюються, додаються питання типу: «Письмова відповідь», «Слайдер», «Пазл», «Квіз + аудіо» а також можемо дізнатися думку учнів використовуючи відповідні запитання (Рис. 1).

На рисунку (Рис. 1) зірками позначено типи запитань, до яких відсутній доступ у безоплатній версії.

Після створення запитань потрібного типу вчитель може розподілити свої тести до папок, а також поділитися тестом з учнями в демонстраційному режимі. В безоплатній версії вчитель має доступ лише до двох форм проведення «Класичний режим», «Командний режим». В класичному режимі учні працюють індивідуально з власними смартфонами (для смартфону є можливість завантажити додаток) чи використовуючи комп'ютер.

Вчитель має надати учням можливість відскакувати Qr-код, чи надіслати посилання натиснувши на код гри, чи просто повідомити код гри всім учням. Учні на власних пристроях приєднуються до тестування, вказують своє ім'я, або прізвище, чи нікнейм та можуть обрати персональний аватар. Під час проведення тестування вчитель демонструє учням запитання та варіанти відповіді на власному екрані.

Учні на екранах своїх пристроїв бачать лише варіанти відповіді та можуть їх обрати. Після кожного запитання на екрані демонструється рейтинг, який формується від швидкості надання правильної відповіді. За цим рейтингом визначаються місця на п'єдесталі й учні можуть позмагатися між собою.

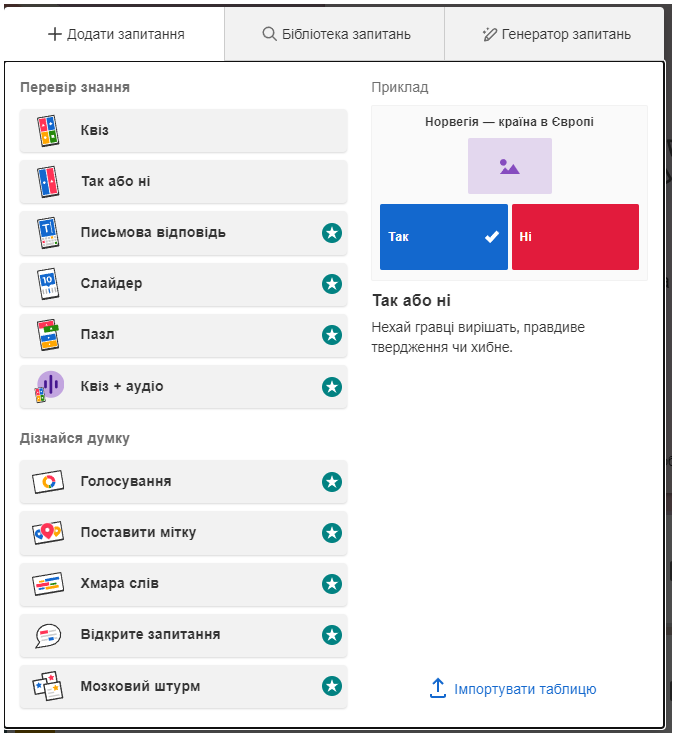


Рис. 1. Типи запитань в Kahoot!

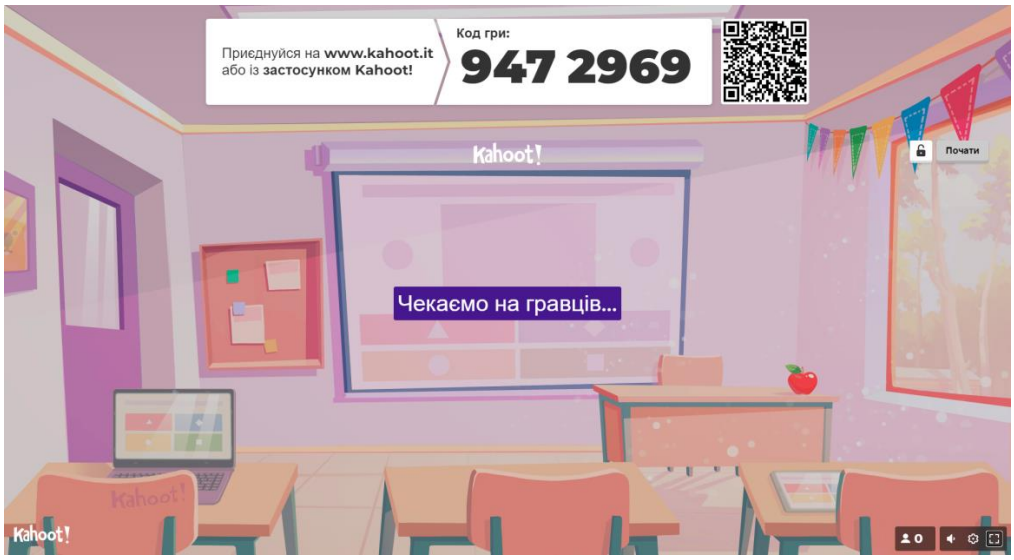


Рис. 2. Екран очікування учнів

Після завершення тесту учням демонструють на яку кількість запитань вони відповіли правильно та їх позицію в загальному рейтингу. Вчитель може переглянути детальний звіт в якому продемонстровано:

- які відповіді давали учні на кожне запитання,
- з якими із питань у них виникли труднощі,
- скільки вірних чи хибних відповідей вказав кожен учень.

Опираючись на ці дані вчитель може провести рефлексію та оцінити успішність.

Висновки. Використовуючи сучасні ігрові технології можливо зробити цікавим та захопливим не лише подання матеріалу уроку, а й рівень його засвоєння.

Список використаної літератури

1.“About us”. Kahoot. Дата звернення: 19 верес. 2023. [Онлайн]. Доступно: https://kahoot.com/company/

УДК 519.6

МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ В МЕЖАХ ПРОФЕСІЙНОГО СТАНДАРТУ ВИКЛАДАЧА ЗВО

Шпинковський О.О., Болтьонков В.О (9901454@stud.op.edu.ua, vaboltenkov@gmail.com)
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

У сучасному глобалізованому світі дедалі більше національних урядів працюють над забезпеченням переходу від кваліфікаційної моделі (підтвердження професійних навичок дипломами і сертифікатами) до повноцінних компетентнісних моделей з упровадженням «паспортів набутих компетентностей», які супроводжують людей упродовж їхньої професійної кар’єри. І це підвищує вагу стандарту оцінювання, адже сам такий стандарт дає змоги визначити, наскільки людина має певні компетентності [1].

У практиці творення стандартів сформувався підхід, за якого базовою точкою визнається професійний стандарт, на основі якого створюються освітні стандарти та стандарти оцінювання (або кваліфікаційні стандарти), що визначають вимоги і критерії для оцінювання різних рівнів професійної компетентності працівників, зокрема, з метою надання ліцензії. Формуванню професійного стандарту, як правило, передує визначення суті певної професії та запит ринку праці на конкретні кваліфікації (результати навчання – формального, неформального чи набутого завдяки професійному досвіду) [2]. Професійний стандарт (ПС) — це затверджені в

установленому порядку вимоги до кваліфікації працівників, їх компетентності, що визначаються роботодавцями і є основою для формування професійних кваліфікацій.

ПС є інструментом для систематизації вмінь і навичок (створення посадових інструкцій), підготовки молодих фахівців, само- та оцінювання діяльності викладачів закладів вищої освіти, підвищення кваліфікації та професійного розвитку [3,4].

Більшість інформації у ПС представлено у вигляді багатьох таблиць. З кількома стовпчиками та десятками рядків (трудових функцій та їх складових). Трудова функція являє інтегрований, переважно автономний набір трудових дій, що визначається характерним для нього технологічним процесом та передбачає наявність певних компетентностей, необхідних для їх виконання Пропонується використати математичні (матричні) методи для обліку, систематизації, узгодження даних при формуванні відповідного табличного подання трудових функцій [5].

З березня 2021р. розроблено та впроваджується ПС «Викладачі закладів вищої освіти», у якому затверджені в установленому порядку вимоги до компетентностей працівників, що слугують основою для формування професійних кваліфікацій.

Відповідно до Національного класифікатора України ДК 003:2010 «Класифікатор професій» до групи стандарту увійшли:

- 2310.1 Професор;
- 2310.1 Доцент;
- 2310.2 Викладач закладу вищої освіти;
- 2310.2 Асистент.

У процесі розроблення проєкту було вжито низку заходів:

-проведено функціональний аналіз трудових функцій у сфері професійної діяльності викладача закладу вищої освіти;

-сформовано та розміщено в ієрархічному порядку трудові функції, які виконує викладач закладу вищої освіти;

-здійснено аналіз положень чинних нормативних документів, які визначають вимоги до змісту та якості професійної діяльності, проаналізовано вимоги, які висуваються до знань, умінь, навичок та інших компетентностей викладачів закладів вищої освіти;

визначено необхідні загальні та професійні компетентності, а також вимоги щодо рівня кваліфікації, досвіду роботи, рівня освіти, додаткові вимоги до виконання трудових функцій тощо [4].

МОН рекомендує використовувати зазначений ПС при розробленні вимог до посад науково-педагогічних працівників, освітньо-наукових програм другого та третього рівнів вищої освіти, програм підвищення кваліфікації та стажування науково-педагогічних працівників, планування професійного розвитку викладачів. Стандарт підготовлено робочою групою, до складу якої увійшли представники Міністерства освіти і науки України, Національної академії педагогічних наук України, закладів вищої освіти, міжнародного експертного середовища.

Важливою складовою ПС є п.6, у якому наведено опис трудових функцій, інструментарію, знань, вміння та навичок, які опановують фахівці під час навчання або підвищення кваліфікації (рис.1).

6. Опис трудових функцій: професійні компетентності; предмети і засоби праці; знання; уміння та навички

Трудові функції	Предмети та засоби праці	Професійні компетентності	Знання	Уміння та навички
А. Розроблення та вдосконалення програм навчальних дисциплін, підготовка навчальних і методичних матеріалів	Робоче місце, оснащене столом, стільцем, комп'ютерним обладнанням та оргтехнікою, доступом до мережі Інтернет, відповідним програмним забезпеченням, доступом до інформаційно-	**А1.** Здатність розробляти програму навчальної дисципліни, навчальні та методичні матеріали	**А1.З1.** Стратегія розвитку закладу вищої освіти **А1.З2.** Вимоги до результатів навчання з навчальної дисципліни, передбачені освітньою програмою (для обов'язкових дисциплін) **А1.З3.** Зміст навчальної дисципліни та відповідної	**А1.У1.** Обгрунтовувати зміст та складники програми, її зв'язок зі стратегією розвитку закладу вищої освіти **А1.У2.** Упорядковувати, узагальнювати, структурувати зміст навчальної дисципліни відповідно до встановлених вимог **А1.У3.** Підготувати робочу програму навчальної дисципліни

Рис.1. Складові стовпці таблиці опису трудових функцій ПС викладача ЗВО.

Як видно з таблиці (рис.2), що деталізує одну з компетентностей трудової функції Д ПС викладача ЗВО, перелік знань та вмінь має неоднорідність, через взаємний вплив змісту попередніх складових трудових функцій.

Д1. Здатність готувати документи та матеріали до засідань кафедри, інших колегіальних органів, брати участь у нарадах, робочих групах, професійних об'єднаннях	**А1.31.** Стратегія розвитку закладу вищої освіти **Г2.31.** Методи та інструменти аналізу, оцінки та синтезу інформації **Д1.31.** Законодавство з питань вищої освіти, плани і положення закладу вищої освіти, відповідного структурного підрозділу, колегіального органу **Д1.32.** Плани роботи робочих груп **Д1.33.** Стратегічні документи професійних об'єднань **Д1.34.** Правила ділового мовлення, етика професійного спілкування

Рис.2. Результати навчання , що відповідають компетентності Д1 ПС викладача ЗВО.

Є ризик отримати певну кількість повторень, перевизначень, тавтологій, що не у кращий спосіб впливатимуть на подальшу операційну діяльність відповідних спеціалістів. Враховуючи вищевикладене, пропонується застосувати елементи матричного аналізу для уніфікації, динамізації змісту складових ПС викладача ЗВО. Пропонується представлення таблиці (рис.1) у вигляді матриці суміжностей трудових функцій ПС (рис.3).

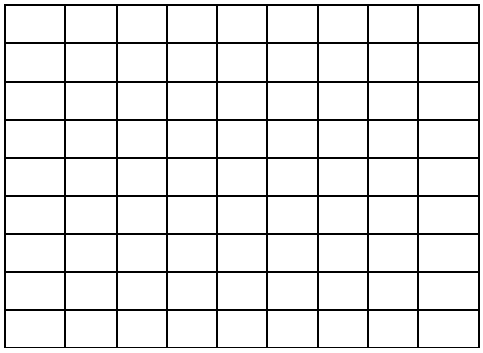


Рис.3. Матриця суміжності трудових функцій

Це дозволить крім якісної складової стандарту використовувати і кількісні характеристики математичного апарату теорії матриць, що покращить процедури розроблення та динамічного оновлення ПС.

Список літератури:

1.Semigina, Tetyana & Pozhydaieva, Oksana. (2020). Формування компетентностейсоціальних працівників: Міжнародна та локальна практика. DOI:10.36074/rodmmrfssn.ed-1.05.

2. Лузан, П. Г., Пащенко, Т. М. Ваніна, Н. М. Колісник, Н. В. (2018). Стандартизація професійної освіти на основі компетентнісного підходу. ScienceRise: Pedagogical Education, (5), 32-35.

3.Про затвердження стандарту на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти». [Електронний ресурс]. URL: https://mon.gov.ua/ua/news/zatverdzheno-standart-na-grupu-profesij-vikladachi-zakladiv-vishoyi-osviti?fbclid=IwAR1NGv-fynslj6kTZlVWC5HQhUkfS6Taov3uLlA0exGoE8GDWiFeEpIpOBk (дата звернення: 04.09.2023)

4.Про затвердження Порядку розроблення, введення в дію та перегляду професійних стандартів : Постанова Кабінету Міністрів України; Порядок, Форма типового документа від 31.05.2017 № 373 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/373-2017-%D0%BF (дата звернення: 04.09.2023)

5. Шпинковський О.О. Матричні перетворення у методах машинного навчання / Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі. Матеріали XV Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених (22-24 березня 2022 р.). – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2022. С. 93-96.

Розділ 5.

Проектування інформаційних систем та програмних комплексів

UDC 004.588

RESEARCH OF THE KNOWLEDGE BASE FOR SPECIALISTS IN THE IT FIELD

Maulenov T. N., Mamyrova A.K. (23241509@turan-edu.kz a.mamyrova@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

The theses discuss the relevance of research and development of a knowledge base for expert systems for specialists in information technology (IT). In the context of a rapidly changing information environment in Kazakhstan and in the world as a whole, knowledge bases and expert systems play a key role in providing access to relevant and proven knowledge, as well as in maintaining professional growth in the IT field. Covers the importance of knowledge bases, including their role in learning and decision making, and relates the topic to expert systems, which automate decision making based on expert knowledge. It also explores the challenges that may be encountered in creating and maintaining such knowledge bases and provides guidance on the selection of technologies and methodologies for their development.

The relevance of researching knowledge bases and expert systems for specialists in the IT field cannot be overestimated in the modern information world. With new technologies and methodologies emerging every day, IT professionals are faced with the need to constantly update their skills and knowledge. In this hyper-dynamic field, efficient access to up-to-date and structured information is critical.

Knowledge bases and expert systems provide a means for systematically collecting, storing and communicating expert knowledge and experience. They help specialists quickly solve problems, warn against mistakes and learn new methods and technologies. In addition, such systems can effectively document best practices, standards and methodologies, helping to improve the development and support processes of IT products [1].

Knowledge bases and expert systems equipped with modern web technologies and powerful search algorithms can greatly facilitate the task of IT specialists in finding solutions and sharing knowledge. Their effective use helps to improve the professional level and, consequently, the quality of information systems and services. The idea of creating a knowledge base for IT specialists remains relevant and significant. This is an investment in the future of information technology, contributing to the growth of skills and quality of work in the IT field.

The idea of creating and developing a knowledge base for IT specialists involves the creation of a universal and accessible resource that will allow IT professionals to effectively exchange knowledge and learn from each other.

Here are some key aspects of this idea and recommendations for technologies and methodologies:

1) Selection of technologies and platforms: Using modern web technologies is the recommended approach. This includes programming languages such as Python, JavaScript, PHP, as well as frameworks and libraries for creating web applications (e.g. Django, Ruby on Rails, React, Angular). It is important to pay attention to choosing a database that matches the volume and structure of the information;

2) User-friendly interface: Creating an intuitive and user-friendly user interface is one of the key aspects. Users should be able to easily find and add information, ask questions, and interact with each other;

3) Categorization and Metadata: It is important to create a well-structured knowledge base with topic categorization, tags, and metadata. This will help users quickly find the information they need;

4) Search functionality: A powerful and efficient search engine is an integral part of such a knowledge base. Implementing search algorithms that support full-text and tag searches can be very useful [2];

It is also interesting to consider the use of artificial intelligence and machine learning algorithms to automate the process of searching and recommending content. Creating such a knowledge base is a long-term and complex process, but it can bring significant benefits to the IT community, both Kazakhstani and global, contributing to its development and growth.

In conclusion, it is worth noting that the research and development of a knowledge base for specialists in the IT field is an important and promising focused project. In an ever-changing information environment, where the rate at which technologies and methods are updated is incredibly high, access to up-to-date and proven knowledge becomes vital.

References

[1] Ben Lutkevich. What is a knowledge base? [Online]. Availabe: https://www.techtarget.com/whatis/definition/knowledge-base [Accessed: October 10, 2023].

[2] Web Technology. [Online]. Available: https://www.geeksforgeeks.org/web-technology/ [Accessed: October 11, 2023].

УДК 004.4

РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-СЕРВІСУ ПРИТУЛКУ ДЛЯ ТВАРИН «PET`S PAW»

Багнюк О.В., Думенко А.М., Козійчук А.О., Романюк О.В.
(olabagnuk94@gmail.com, romaniukoksanav@gmail.com , anastasiadumenko01@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

В тезах розглядаються перспективи створення інтернет-сервісу для управління роботою притулку для тварин та його популяризації в єдиному інтерфейсі. Наведено обґрунтування доцільності розробки інтернет-сервісу притулку для тварин. Розглянуто функціональні можливості такого сервісу та перспективи його монетизації.

У сучасному світі зростає важливість технологій та інтернет-сервісів у всіх сферах життя, включаючи гуманітарну сферу. Одним із напрямків використання технологій є допомога бездомним та безпритульним тваринам [1]. Велика кількість тварин потребує допомоги, пошуку нових домівок та притулків. Відкриття та розвиток інтернет-сервісів притулків відіграють значну роль у забезпеченні безпеки та добробуту цих тварин.

Актуальність теми полягає в тому, що технології та інтернет-сервіси стають все більш доступними та поширеними у суспільстві. Завдяки ним люди можуть швидко та зручно знайти інформацію, здійснювати покупки та зв'язуватися один з одним. Аналогічні можливості можна використовувати й у сфері допомоги безпритульним тваринам.

Притулок для тварин «Pet`s Paw» є інтернет-сервісом, який збільшує можливість знаходження нових домівок для безпритульних тварин, оскільки вони стають доступними для більшої кількості потенційних прихильників [2]. Також це сприяє зручності та ефективності процесу усиновлення, оскільки люди можуть ознайомитися з твариною в онлайн-середовищі перед зустріччю у притулку.

Метою дослідження є розробка єдиного інтерфейсу, який надає допомогу користувачам інтернет-сервісу в пошуку домашньої тварини для тимчасового прихистку чи житла, швидкого доступу до інформації про притулок, тварин, рекомендацій щодо догляду та харчування.

Обґрунтування доцільності розробки

Розробка інтернет-сервісу притулку для тварин «Pet's Paw» є доречною з таких причин:

1. Допомога безпритульним тваринам. Інтернет-сервіс "Pet's Paw" надає можливість залучити більше уваги до проблеми безпритульних тварин та забезпечити їм шанс на знаходження

люблячих власників. Це допомагає покращити долю безпритульних тварин і зменшити їхню кількість.

2. Зручність для користувачів. Інтернет-сервіс «Pet's Paw» надає користувачам зручну платформу для перегляду та пошуку безпритульних тварин, які шукають нові домівки. Користувачі можуть переглядати фотографії, описи та іншу важливу інформацію про тварин, а також зв'язуватися з притулками для отримання додаткової інформації та усиновлення.

3. Поширення інформації. Це дозволяє привернути більше уваги до проблеми безпритульних тварин, залучити більше потенційних усиновлювачів та забезпечити більше можливостей для тварин знайти нові домівки.

4. Покращення процесу усиновлення. Інтернет-сервіс «Pet's Paw» дозволяє усиновлювачам швидко та зручно знайти тварину, яка відповідає їхнім потребам та умовам. Користувачі можуть використовувати фільтри та пошукові інструменти для знаходження конкретної породи, розміру та інших характеристик тварини. Це сприяє покращенню процесу усиновлення та забезпеченню відповідних домівок для безпритульних тварин.

Функціональні можливості інтернет-сервісу «Pet`s Paw»

До основних функції, які виконуватиме інтернет-сервіс з боку користувача, можна віднести:

1. Користувачі мають можливість усиновити тварину з притулку. Це означає, що притулок надає послугу з відповідного оформлення усиновлення та взаємодії з потенційними власниками тварин.

2. Користувачі можуть переглядати список доступних тварин, що дозволяє їм знайти тварину, яка відповідає їхнім вимогам та уподобанням.

3. Пошук тварини за параметрами спрощує процес пошуку та допомагає користувачам знайти тварину з певними характеристиками або видом.

4. Користувачі можуть подати запит на додаткову інформацію про тварину, що дозволяє їм отримати більше деталей про конкретну тварину перед усиновленням.

5. Користувачі мають можливість звернутися до ветеринара для отримання консультацій або порад щодо турботи про тварину.

6. Користувачі можуть зробити пожертву, щоб підтримати роботу притулку та допомогти іншим тваринам.

Адміністратори відповідають за додавання нових тварин до бази даних, видалення тварин та оновлення інформації про них. Вони також відповідають за управління запитами на усиновлення та модерацію відгуків та коментарів.

Ветеринари мають доступ до запитів користувачів та можуть надавати відповіді та додавати медичну інформацію про тварин.

Система зберігає інформацію про тварин, включаючи їхні дані, історію усиновлень та медичну інформацію. Вона також підтримує реєстрацію та аутентифікацію користувачів. Адміністратори отримують оповіщення про нові запити на усиновлення, що дозволяє їм вчасно реагувати та обробляти ці запити.

Перспективи розвитку та монетизації

Прибуток. Користувачі та усиновлювачі зможуть зробити пожертву на підтримку притулку. Це може бути одноразова пожертва або регулярні платежі.

Реклама та спонсорство. Сервіс може співпрацювати з рекламодавцями та спонсорами, які готові платити за розміщення реклами на платформі або підтримку проекту.

Платні додаткові послуги. Сервіс може пропонувати платні додаткові послуги, такі як розміщення пріоритетних оголошень про тварин, консультації ветеринарів тощо.

Таким чином можна вважати, що проєкт почне приносити прибуток вже впродовж року після його виходу на ринок. Проєкт є перспективним, адже соціальна свідомість про важливість усиновлення тварин та боротьбу з бездомністю зростає [3]. Багато людей шукають способи допомогти бездомним тваринам, і онлайн-сервіс притулку може надати їм зручний спосіб знайти і усиновити тварину.

Висновки

Отже, було обґрунтовано доцільність розробки інтернет-сервісу притулку для тварин «Pet`s Paw» та проаналізовано актуальність проблеми безпритульних тварин. За результатами аналізу

було вирішено, що даний проєкт є доречним і перспективним. Також визначено можливості монетизації інтернет-сервісу притулку для тварин.

Список використаної літератури

[1] “Притулок для собак: любов до тварин чи конфлікт інтересів?”, 2023 [Online]. Available: http://www.nikopol-mrada.dp.gov.ua/news/prytulok-dlia-sobak-liubov-do-tvaryn-chy-konflikt-interesiv/ [Accessed: March 07, 2023].
[2] “Притулок для тварин.” 2023 [Online]. Available: https://uk.wikipedia.org/wiki/ [Accessed: March 07, 2023].
[3] “Популяризація адопції тварин у медіа” 2023 [Online]. Available: http://journals.maup.com.ua/index.php/philology/article/view/2081 [Accessed: March 07, 2023].

УДК 004.588

ЧИТАБЕЛЬНІСТЬ ТЕКСТУ У ВЕБ-ПРОСТОРІ

Богуцький Д.В., Горбова О.В (bohutskiy2@gmail.com, alexandra.gorbova@mail.com)
Український державний університет науки і технологій (Україна)

В тезах розглядається питання дослідження веб-простору на предмет читабельності тексту на веб-сторінках. Описується метод контекстних досліджень для аналізу веб-сайтів, його особливості.

Читабельність представляє собою один із важливих складових веб-дизайну. Якість читання тексту має значний вплив на спосіб, яким користувачі сприймають інформацію на веб-сайті. Низький рівень читабельності може відлякувати читачів від вмісту, тим самим роблячи його менш привабливим. Навпаки, якщо ви правильно налаштовуєте читабельність, то це допомагає користувачам легко і ефективно споживати інформацію, що міститься у тексті. Ваша мета полягає в тому, щоб забезпечити зручність читання для ваших користувачів і полегшити їм процес засвоєння інформації.

У зв'язку з стрімким поширенням інформаційних технологій, використанням веб-ресурсів постає актуальним питання дослідження зручності та практичності використовуваних засобів при проектуванні та створення веб-сайтів, як для розробника, а так і для звичайного користувача у напрямі зручністі експлуатації та простотою використання. Зокрема, задача охоплює такі її складові частини як веб-сайти, що в собі утримують такі елементи для дослідження як веб-технології та дизайну, у рамках представленої задачі.

Для розв'язання цієї задачі використовується метод контекстних досліджень, який передбачає глибоке дослідження та інтерв'ю з обмеженою кількістю осіб в обраній предметній галузі. Це допомагає отримати реальне уявлення про досліджуваний веб-сайт. Метод контекстних досліджень ґрунтується на ключових підходах, таких як зважження на контекст в рамках визначеної задачі під час аналізу веб-сайту, спільна оцінка веб-сайту як користувачем, так і розробником, з основним акцентом на зручність його використання для користувача. Завдяки цим особливостям методу контекстних досліджень можна уникнути абстрактного підходу до предметної області і задачі, над якими працюємо, і отримати чітке уявлення про результати дослідження [1].

Висота рядка - це важливий аспект веб-типографіки, який визначає відстань між рядками тексту. Вона має значний вплив на читабельність тексту, включаючи заголовки. Висока висота рядка робить текст більш зручним для сканування, але занадто коротка може призвести до напруження очей у читачів. З іншого боку, якщо висота рядка завелика, текст може виглядати розрізненим і важко сприйматися.

Міжрядковий інтервал впливає на сприймання тексту та його читабельність. Це відстань між рядками тексту, а міжлітерний інтервал вказує на відстань між буквами в словах. У веб-дизайні важливо обирати відповідний міжрядковий і міжлітерний інтервал, оскільки це впливає на загальний вигляд тексту та сприймання ним.

Довжина рядка, тобто кількість слів у рядку, також має важливе значення для читабельності тексту. Ідеальна довжина рядка дозволяє читачам легко переходити від кінця одного рядка до початку наступного, зберігаючи при цьому комфорт читання.

З урахуванням цих факторів можна створити більш читабельний та зручний для сприймання текст на веб-сайті [2].

Щодо читабельності тексту в усіх наведених вище матеріалах полягає в тому, що читабельність є ключовим аспектом успішної комунікації веб-сайтів і текстового контенту. Оптимізація параметрів тексту, таких як висота рядка, міжрядковий інтервал і довжина рядка, визначає, наскільки легко користувачі можуть сприймати і асимілювати інформацію.

Список використаної літератури

[1] Д. В. Богуцький, О. В. Горбова, "Контекстне дослідження веб-сайтів", Магістерська робота, Український державний університет науки і технологій, 2022.

[2] M. Cronnin, "10 Principles for Readable Web Typography" Smashing Magazine. [Online]. Available:https://www.smashingmagazine.com/2009/03/10-principles-for-readable-web-typography/ [Accessed: October 10, 2023].

УДК 004.415.5

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ВЕБСАЙТУ

Болтач С.В., Запотоцький Д.О.(boltach.svetlana@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Дослідження присвячено вивченню стратегій тестування прикладного програмного інтерфейсу веб-сайту, що є важливим завданням для забезпечення якісного та безпечного функціонування розробленого програмного продукту. Розглянуті найбільш відомі стратегії, сформовано таблицю їх порівняння. Виділені тестування, що є найбільш використовуваними. Наведені приклади, на базі дослідження визначені декілька порад та зроблено висновок.

З розвитком технологій та потреб користувачів веб-додатки та сервіси стають все більш складними, а також залежними від зовнішніх інтеграцій, тобто вимагають ефективного тестування для забезпечення їх правильної роботи. Технології веб-розробки швидко змінюються, тому важливо досліджувати стратегії тестування API, щоб вони відповідали останнім тенденціям та стандартам. Багато веб-додатків існують за рахунок інтеграції з іншими сервісами та програмами. Тестування прикладного програмного інтерфейсу є ключовим для забезпечення безперебійної роботи таких інтеграцій. Прикладний програмний інтерфейс (API) вебсайту забезпечує взаємодію між різними програмами та додатками, а його правильність та ефективність вирішально важливі для функціонування веб-сервісів. Недостатньої уваги до тестування API може призвести до вразливостей та проблем безпеки, які можуть використовуватись зловмисниками для атак на систему.

Існують різні стратегії тестування прикладного програмного інтерфейсу (API) вебсайту, які варто враховувати при розробці тестових планів. Серед найбільш відомих стратегій можна виділити:

– методи тестування безпеки API – перевірка системи на наявність вразливостей, таких як аутентифікація, авторизація, вразливості переповнення буфера тощо.

– тестування навантаження API – перевіряється, як система реагує на великі навантаження, запити та трафік. Це важливо для забезпечення того, що API витримає навантаження під час пікових навантажень.

– тестування взаємодії API – перевіряється взаємодія між різними API та їхня здатність співпрацювати між собою належним чином.

– тестування функціональності API – перевірка відповідності API заданим вимогам та специфікаціям, а також переконання у його коректній роботі.

– тестування відновлення API – оцінювання, наскільки швидко та ефективно система може відновитися після збоїв, помилок чи атак.

Щоб визначити найкращу стратегію, варто враховувати конкретні потреби веб-сайту, його масштаб та характеристики. Для цього можна використовувати таблицю порівняння, яка буде містити такі критерії, як ефективність, складність використання, покриття тестування, вартість і ресурси, необхідні для реалізації кожної стратегії. Така таблиця допоможе об'єктивно оцінити кожну стратегію та вибрати найкращу для проєкту.

Таблиця 1 – порівняння стратегій тестування

Критерії порівняння	Методи тестування безпеки API	Тестування навантаження API	Тестування взаємодії API	Тестування функціональності API	Тестування відновлення API
Ефективність	Висока	Середня	Висока	Висока	Середня
Складність використання	Висока	Середня	Середня	Середня	Середня
Покриття тестування	Широке	Обмежене	Середнє	Широке	Середнє
Вартість і ресурси	Висока	Середня	Середня	Середня	Висока
Пріоритет важливості	Високий	Середній	Високий	Високий	Середній

Така таблиця допоможе об'єктивно порівняти різні стратегії тестування API веб-сайту, залежно від конкретного проєкту та його вимог. Потрібно також бути уважними до специфічних потреб системи, а також обмежень вартості та доступних ресурсів, щоб зробити оптимальний вибір стратегії тестування API.

На жаль, універсальної стратегії тестування інтерфейсу вебсайту, яка би підходила для всіх випадків, не існує. Вибір стратегії тестування значно залежить від конкретних вимог проєкту, його розміру, складності, технічних особливостей та вимог до безпеки. Кожен веб-сайт може мати унікальні характеристики, що вимагають підходу, спеціально адаптованого до його потреб.

Серед найбільш використовуваних стратегій тестування інтерфейсу вебсайту можна виділити п’ять найбільш поширених тестувань: функціональність, сумісність, навантаження, безпека та взаємодія з користувачем. Вибір стратегії тестування інтерфейсу вебсайту визначається конкретними потребами та характеристиками проєкту. Найбільш використовувана стратегія зазвичай вибирається на підставі пріоритетів проєкту, обсягу ресурсів та обмежень. Це може варіюватися залежно від конкретних вимог бізнесу, а також специфічних технічних вимог та обмежень проєкту. Так, в практиці тестування програмного забезпечення часто використовується комбінація декількох стратегій тестування інтерфейсу вебсайту. Це дозволяє забезпечити більш повне тестування та забезпечити високу якість функціонування веб-додатків. Кожна стратегія тестування має свої переваги та спеціалізацію, і їх поєднання дозволяє охопити різні аспекти роботи веб-інтерфейсу. Комбінація тестування функціональності та тестування безпеки може допомогти перевірити, чи працює веб-сайт згідно з очікуваннями і чи захищений він від потенційних атак. Тестування навантаження може виявити проблеми з продуктивністю, коли на сайті виникає велика кількість відвідувачів. Крім того, тестування взаємодії з користувачем може допомогти зрозуміти, наскільки інтуїтивним та зручним є інтерфейс для реальних користувачів.

Отже, перед виконанням тестування API необхідно провести аналіз функціональних та нефункціональних вимог до вебсайту, щоб точно визначити, які тести необхідно провести. Важливо розробити докладний план тестування, який включатиме в себе тестові сценарії, дані для тестування та методики вимірювання результатів. Під час виконання тестів API слід ретельно вести записи про виявлені помилки та проблеми. Необхідно враховувати можливість автоматизації тестування API для підвищення ефективності та швидкості тестування. Після завершення тестування API важливо аналізувати результати, виправляти виявлені помилки та перевіряти, чи відповідає вебсайт вимогам та стандартам.

Використання декількох стратегій тестування дозволяє покрити більше аспектів роботи веб-сайту, а також дозволяє виявити ширший спектр проблем, які можуть виникнути під час

експлуатації. Відповідно, це сприяє покращенню якості та надійності продукту перед його впровадженням та забезпечує кращий досвід користувача.

Список використаних джерел:

[4] Mehdi Medjaoui, Erik Wilde, Ronnie Mitra, Mike Amundsen. Continuous API Management. 2nd ed. y O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472., 2021. 362 p.
[5] Neil Madden. API Security in Action. Manning, 2020. 576 p.

UDC 004.555

RESEARCH OF BUSINESS PROCESSES FOR A WEB-BASED INFORMATION SYSTEM FOR FOOD STORAGE CONTROL

Bondarenko D.B., Liutenko I.V. (liprikonchi@gmail.com, cherliv68@gmail.com)
National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute (Ukraine)

Abstract*. The thesis discusses the importance and potential of information systems for refrigerated food accounting to reduce food loss, improve social and environmental performance, and increase resource efficiency. This article discusses the key aspects of such systems and their impact on society and the environment.*

Introduction. The problem of food loss and inefficient use has a significant social, environmental, and economic context. According to the Food and Agriculture Organization (FAO), approximately one-third of the world's food production ends up as waste. This is an extremely important aspect, not only in terms of the resources used to produce, transport, and process these products but also because of the negative environmental impact caused by gas emissions and rotting food.

Goals. Automating the processes of structuring and monitoring food in refrigerators can make a significant difference in reducing the amount of spoiled food, reducing the negative impact on the environment, and conserving resources. The development of an integrated system that allows users to monitor expiration dates, provide preservation tips, and inform about food's suitability for consumption is essential to improving the food resource situation.

Research aimed at effectively analyzing food consumption data can help identify trends, understand the causes of wastage, and develop strategies to prevent it. These studies can include analyzing consumption habits, predicting food spoilage, identifying food waste patterns, and providing recommendations for reducing losses.

Thus, the relevance of this work lies in the need to reduce food losses, improve resource utilization, reduce the negative impact on the environment, and increase the efficiency of using each product.

The main concept of the system is to create tools to support refrigerator owners in monitoring the shelf life of products and providing recommendations for their optimal use to prevent spoilage. Reducing the amount of spoiled food has significant social, environmental, and economic dimensions.

Social aspect. Minimizing food losses will help reduce global hunger. By optimizing the use of food and reducing losses, more people will have access to adequate nutrition. Ensuring that food can be stored for a long time and used properly is key to ensuring food security at the global level.

Environmental aspect. Reducing food wastage will help to reduce the production and processing of food, reducing the consumption of natural resources, energy, and water. In addition, avoiding food decomposition in landfills will help reduce emissions of gases such as methane, which are potential catalysts for global warming. Conserving natural resources and reducing environmental impact are important aspects of preserving the planet's environmental sustainability.

Economic aspect. Reducing food losses will significantly save financial resources that would traditionally be spent on the production and purchase of new products. Users who effectively manage their food stocks will be able to reduce food costs and rationally plan their purchases based on available stocks, which will contribute to overall economic efficiency.

In addition, avoiding the use of food that is already damaged will help users maintain their health, avoid food poisoning, and improve the quality of their diet. Considering all of these aspects, the development of a refrigerated food accounting information system that not only provides recommendations for the optimal use of food but also helps prevent food spoilage has great potential to improve the situation in the field of food use.

Solutions. During the analysis of the subject area, the following key characteristics of the system were identified:

1. Product identification and accounting: The system simplifies the process of entering information about new products that are placed in the refrigerator. This is achieved through the ability to scan barcodes or manually enter data about each product, including name, expiration date, quantity, and other characteristics.

2. Reminder of expiration dates: The system automatically notifies the owner when products are approaching their expiration date using a web service or email notifications. These reminders help the consumer to use the products in time before they spoil.

3. Recommendations for the use of products: The system provides the user with recommendations for optimal use of products to prevent spoilage. For example, it can suggest the preparation of a specific dish based on products that are approaching their expiration date.

4. Shopping planning: The system helps the user to understand what is already in the fridge and plan grocery purchases based on their actual availability and expiration date. This helps to avoid unnecessary spending on unused products.

5. Data analysis and statistics: The system collects data on food consumption and provides the user with reports and statistics on their use. This allows you to identify trends, understand the causes of product losses, and develop strategies to prevent them.

6. Notifications about the unsuitability of products: The system notifies the user if the products become unfit for consumption. This helps to avoid consuming spoiled products that can lead to food poisoning.

7. Environmental impact: The system takes into account data on food consumption and waste, helping to reduce negative environmental impacts, including food and greenhouse gas emissions. It encourages the reduction of costs and the production of surplus products.

All in all, this information system is a powerful tool for efficiently managing food in the refrigerator, reducing losses, improving the quality of life of users, and conserving resources. It promotes healthy eating, reduces food waste, and preserves the environment.

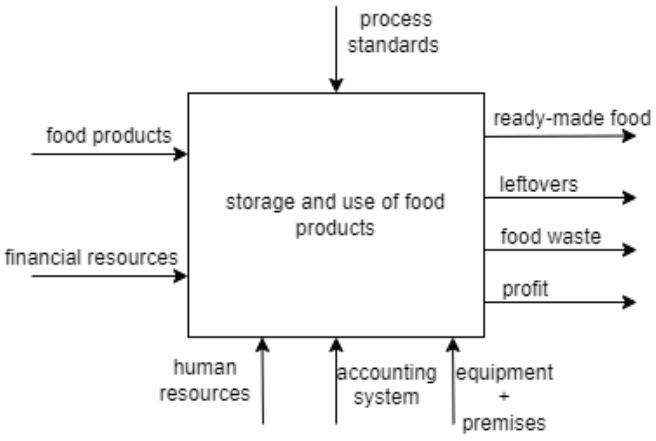


Figure 1 - IDF0 for the selected PA

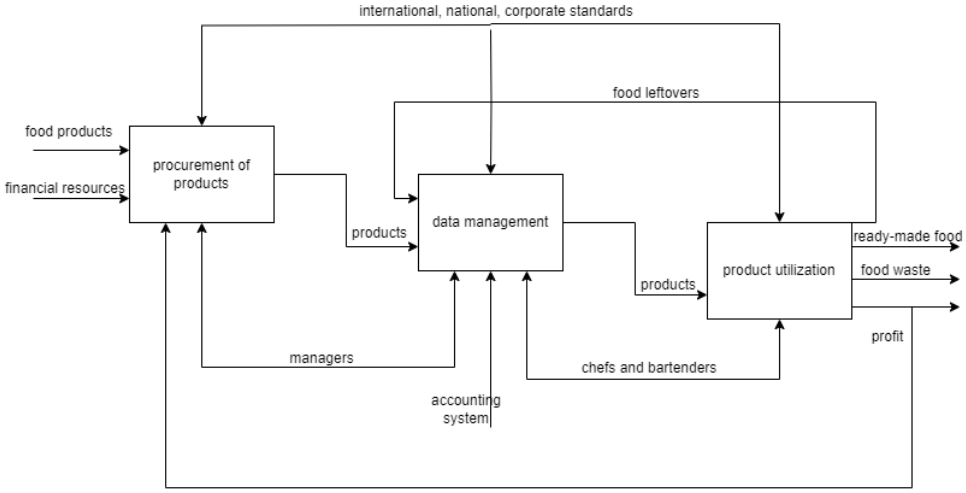


Figure 2 - Decomposed IDF0 diagram for the selected PA

Elementary process 1. Purchase of products. This is the process of preparing to use the application. Before starting to use the functions of the application, the user must have the minimum number of products to use the application. If there are no and/or insufficient products, the user needs to purchase the necessary products. After successfully filling the refrigerator and/or pantry with food, the user will be able to use the application.

Elementary process 2. Data management. After purchasing a certain amount of food, the user has the opportunity to add food to the application database. The user can do this through the functionality: "Scan receipt", "Scan barcode", and "Enter data manually". When adding data, the user can fill in the necessary fields regarding the product's expiration date and add an optional product description. It is also possible to add the quantity of the product and select a storage cell for the product. After saving the food in the system, the user can view the products in their refrigerator, change the quantity as needed, and adjust the parameters necessary for it.

Elementary process 3. Use of products. This process allows you to receive recommendations on the use of products recorded in the user database. The process allows you to receive notifications about the expiration date at a certain frequency. You can also get recommendations on how to use the product in different dishes. After using the product, the entry in the database must be edited or deleted.

Conclusions. Therefore, the development and implementation of refrigerated food accounting information systems are essential to addressing pressing global issues, including hunger, environmental sustainability, economic efficiency, and health. These systems can become important tools for improving the quality of life and conserving resources in a world where food use is becoming increasingly challenging.

УДК 004.4

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЧАСТКОВОГО ОНОВЛЕННЯ ВМІСТУ ВЕБ-СТОРІНКИ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ SPA

Бондарчук А.П., Хлиста І. А. (dekan.it@ukr.net, ivan.khlysta@gmail.com)
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій (Україна)

В тезах розглядається особливості оптимізації односторінкових веб-додатків як спосіб покращення механізму часткового оновлення html сторінки в браузері. Актуальність застосування оптимізації як покращення користувацького досвіду в контексті щорічного зростання кількості активних веб-додатків. Наводиться порівняльний приклад оптимізації клієнтської частини веб-додатків з використанням фреймворку Angular та бібліотеки React. Позитивний ефект оптимізації веб-сторінки підтверджується шляхом порівняння основних показників продуктивності додатку до та після оптимізації на основі метрик Chrome Dev Tools

Performance та PageSpeed Insights. Висновки підтверджують актуальність дослідження та стисло відображають досягнуті результати.

Для покращення показників продуктивності, ефективності та конкурентоспроможності будь-якого додатку, а тим паче веб-додатків необхідно проводити комплексну оптимізацію. Головним завданням розробника під час розростання додатку є підтримка не лише якості написаного коду, а й стабільності позитивного користувацького досвіду шляхом постійного покращення згаданих параметрів.

Постановка проблеми: використання техніки часткового оновлення вмісту веб-сторінки в односторінкових (від англ. SPA - односторінковий додаток) додатках застосовується сьогодні в більшості технологій для клієнтської розробки та сприймається користувачами як цілком стандартний аспект користувацького досвіду користування веб-додатком. Проте, якщо не зважати на механізми, відповідальні за взаємодію із цією технікою в платформах розробки та постійну оптимізацію, обслуговування проекту, то можна швидко завдати шкоду як додатку, так і погіршити користувацький досвід.

Виходячи з цього, **метою викладеної роботи** є покращення користувацького досвіду під час взаємодії з веб-додатками шляхом підвищення продуктивності додатку завдяки оптимізації його параметрів.

Основні **завдання**, які висуваються для подальшого дослідження включають у себе таке:

1. З'ясування змісту поняття техніки часткового оновлення вмісту веб-сторінки в браузері.
2. Дослідження проблеми використання техніки під час функціонування односторінкових додатків на базі фреймворку Angular та бібліотеки React.
3. Аналіз параметрів від яких залежить продуктивність веб-додатку в цілому.
4. Порівняння механізмів Change Detection та Virtual Dom?
5. Визначення підходів, які можуть бути використані для оптимізації веб-додатку для досягнення оптимальної продуктивності.

Аналіз **останніх наукових** досліджень показує, що під технікою часткового оновлення вмісту веб-сторінки варто розуміти певний набір засобів реагування на зміни виду (від англ. view - вид) статичної веб-сторінки під час перегляду та взаємодії із нею користувача. Часткове оновлення змісту веб-сторінки є сукупністю використання одночасно декількох технологій, серед яких провідну роль відіграє технологія AJAX, завдяки якій сучасна клієнтська частина не повинна більше завантажувати усю отриману від веб-сервера інформацію одним пакетом (технології лінивого/модульного завантаження lazy loading/AMD) та технологія SPA, яка завантажує лише одну html сторінку в браузері та відповідно оновлює її, аналізуючи дії користувача. Оскільки SPA не існують в "чистому" виді, а представляють конкретні платформи для розробки (такі як фреймворк Angular та бібліотека React.js), то відповідно процес оновлення змісту виду сторінки набуває нового значення, оскільки уже не є загальним, а безпосередньо залежить від особливостей обраної розробником платформи.

Використання згаданих вище стратегій управління механізмами перевірки зміни виду сторінки та її перебудови (Change Detection для фреймворку Angular та Virtual Dom для React.js) є найбільш ефективним способом оптимізації додатку та підвищення його продуктивності. Для цього більш детально проаналізуємо їх.

У книзі "Angular essentials"(2019) автор Д. Кумар звертає увагу на такі моделі взаємодії механізму Change Detection, як Default та onPush порівнюючи переваги та доцільність застосування останньої. Результати аналізу додатку розробленого із використанням onPush методу виявились на 25-30% швидшими в порівнянні з показниками методу Default.

Г. Кунц у власній роботі "Mastering Angular Components"(2018) підкреслює той факт, що використання Change Detection-у по своїй суті ніби "передає" кожній компоненті маленький шматочок механізму для аналізу її структури та відповідного, оперативного реагування на ситуацію.

Себастіан Спрінгер звертає увагу на оптимізацію коду за рахунок застосування додаткових інструментів Virtual Dom в бібліотеці React.js, таких як чітке використання атрибута key для допомоги механізму чітко розпізнавати зміну структури дерева DOM-у. Крім того, що така стратегія оптимізує поведінку додатку, вона ще й допомагає розробникам контролювати передачу даних в компонентах проекту.

Стоян Стефанов в свою чергу акцентує увагу на ООП-підході до розробки, вказуючи на потенційні слабкі місця класових компонентів та на необхідності розуміння розробником життєвих циклів компонентів як передумови успішної розробки. Відходячи від оптимізації коду, він наголошує на важливості його тестування як попередження небажаної поведінки компонентів або додатку в цілому.

Під час даного дослідження, вдалось виявити оптимальні підходи до управління змінами та визначити найбільш ефективні тактики для виконання перебудови виду сторінки. Крім того, в дослідженні здійснюється порівняння різних стратегій оптимізації продуктивності та оцінюється їх вплив на швидкодію та ефективність веб-додатків, ідентифікуються чинники, які негативно впливають на продуктивність веб- додатків. Наприкінці дослідження показники продуктивності веб-додатків, отриманих під час проведення дослідження були протестовані на основі метрик Chrome Dev Tools Performance та PageSpeed Insights. Як наслідок, показники продуктивності відповідно до категорії FCP та FP зросли на 14.3% та 14.7% відповідно, у той час, як в категорії TTI відбувся ріст на 10%. Показник TBT знизився на 4.4%.

Підсумовуючи, можемо дійти висновку, що в першу чергу правильний підхід до аналізу процесу оновлення DOM веб-сторінки є вихідною точкою для максимальної та якісної оптимізації продуктивності клієнтської частини веб-додатку.

Перспективи подальших досліджень можуть включати:

- Дослідження інших методів оптимізації продуктивності веб-додатків, які доповнюють управління механізмами перевірки зміни виду сторінки, таких як використання Web Workers або розподіл обчислень на більш потужних серверах.
- Поглиблене дослідження впливу різних факторів на продуктивність клієнтських веб-додатків та розробка стратегій оптимізації для кожного з цих факторів.
- Наприклад, дослідження можуть розглядати вплив обсягу даних, складності компонентів, частоти змін даних та інших факторів на продуктивність.
- Розробка документації, посібників та навчальних матеріалів, які допоможуть розробникам ефективно використовувати розглянуті стратегії для оптимізації продуктивності своїх додатків.

Загалом, подальші дослідження в цій сфері можуть сприяти появі більш ефективних та продуктивних підходів до розробки веб-додатків, а також поліпшенню користувацького досвіду та задоволенню від використання додатків з боку кінцевих користувачів.

Список використаних джерел

1. Angular essentials, Kumar D. (2019) (1st ed.). Packt Publishing.
2. Mastering Angular Components - Second Edition, G. Kunz. (2018). [Online]. Available: https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-angular-components/9781788293532/4f31314e-3dc3-4de0-b3d2-408fdfafc032.xhtml.
3. Springer, S (2021). React. Das umfassende Handbuch (1. Nachdruck). Rheinwerk Verlag, Bonn. ISBN 978-3-8362-6877-6
4. Stefanov, S (2021). React: Up & Running: Building Web Applications, O'Reilly Media; 2nd edition. ISBN: 978-1492051466

СЕРВІС ПОШУКУ ПРИВАТНИХ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПОБУТОВИХ ТА БІЗНЕС ЗАВДАНЬ

Боровиков Є.О., Тройніна А.С. (yevhenii.borovikov@gmail.com, atroinina@opu.ua)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

Дана робота спрямована на створення інформаційної веб-системи для організації фріланс-роботи, яка дозволить працедавцям з тими чи іншими вимогами знаходити працівників зі співпадаючими компетенціями, а працівникам – знаходити вакансії, які відповідають їх інтересам та компетенціям з метою покращення якості дистанційної роботи.

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, і в час, коли фізичне працевлаштування тягне за собою безліч труднощів, фріланс став невід'ємною частиною

глобального ринку праці і дуже привабливим способом організації та знаходження праці. Онлайн-біржі фрілансу забезпечують можливість тисячам працівників і підприємців взаємодіяти, знаходити проекти та наймати фахівців у будь-якій галузі. Однак, при наявності широкого вибору проектів, які можна виконати, та кваліфікованих спеціалістів для їх виконання, процес знаходження вакансій та зацікавлених працівників може вимагати великої уваги та зусиль від обох сторін – як працівників, так і працедавців.

Саме тут виникає необхідність у вдосконаленні та спрощенні цього процесу через впровадження нових технологій та інноваційних підходів. Ця робота призначена для розгляду цього проблемного питання та пропонує розв'язання у вигляді веб-сервісу для організації фріланс-роботи, який буде спрямований на спрощення процесу пошуку компетентних фахівців працедавцями та роботи фахівцями і використовуватиме систему рекомендацій лістингів вакансій. Ця система аналізуватиме вимоги працедавців та навички фахівців, щоб надавати персоналізовані рекомендації вакансій, які відповідають їхнім потребам найкращим чином. Це не лише полегшить процес пошуку роботи або працівників, але й значно підвищить ефективність та задоволеність учасників фріланс-ринку.

У вирішенні питання дизайну подібного комплексного веб-сервісу себе добре показує архітектурний стиль проектування «Багаторівнева архітектура» (Multi-Tier Architecture) [1], яка поділяє реалізацію системи на шари, кожний з який виконує свою функцію. Діаграму реалізації багаторівневої системи на прикладі розроблюваного проекту надано в формі діаграми на рис. 1.

Відповідно до даної діаграми, користувач сервісу напряму взаємодіє лише з клієнтською частиною системи і абстрагований від реалізації усієї бізнес-логіки, яка виконується на серверній частині. Клієнтська і серверна частина взаємодіють за допомогою REST API [3], а серверна частина взаємодіє зі сховищем, яке представляє собою реляційну базу даних, за допомогою JDBC [4].

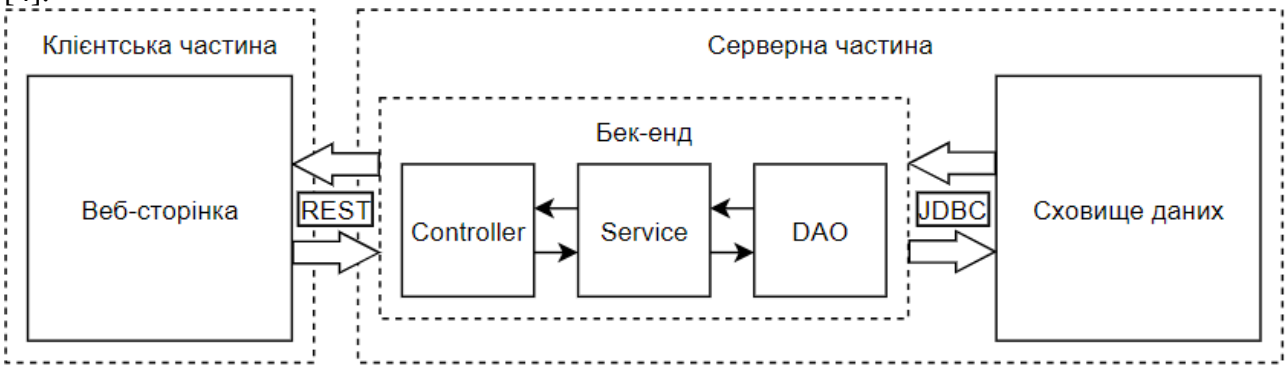


Рис. 1. Архітектура системи

Подібна архітектура забезпечить системі легку масштабованість, простий процес оновлення і підтримку дуже великої кількості різноманітних пристроїв [4].

Для розв’язання питання спрощення процесу знаходження вакансій за компетенціями серверна частина системи реалізовує бізнес-логіку рекомендаційної системи.

Користувачі-працівники мають можливість зазначити в профілі свої переваги та компетенції, що дозволить системі показувати їм лістинги тих вакансій, які їм відповідають, першими, а також взагалі не відображати ті вакансії, які зовсім не відповідають зазначеним перевагам.

При використанні рекомендацій лістинги вакансій сортуються за балом, який отримується за допомогою використання формули (1)

$$Score = \left(\sum_{i=1}^{n} n_i - \log_{10} \sum_{j=1}^{m} m_j\right) * \left(\frac{1+P}{3*(1+N)} + 0{,}01 * (1+P)\right), \quad (1)$$

де Score – кінцевий бал лістингу,

n – кількість тегів, які зазначені і в вакансії, і в профілі працівника,

m – кількість тегів, які зазначені у вакансії, але не в профілі працівника,

P – кількість позитивних відгуків про працедавця,

N – кількість негативних відгуків про працедавця.

Вакансії сортуються від найбільшого балу до найменшого, а результати з балом 0 або нижче відсіюються.

Відповідно до алгоритму, пріоритет лістингу вакансії зростає зі збільшенням кількості співпадаючих тегів між зазначеними працедавцем в лістингу та зазначеними в профілі працівника, а також зі збільшенням кількості позитивних відгуків про працедавця, який опублікував вакансію, що сприяє рекомендації вакансій від високо оцінених працедавців, які співпадають з компетенціями та інтересами користувача-фахівця.

Таким чином, розроблення рекомендаційної системи за зазначеними специфікаціями дозволить працівникам і працедавцям зі співпадаючими вимогами та навичками швидше і простіше знаходити один одного.

Реалізація цієї роботи відкриває шлях до подальших досліджень у сфері вдосконалення систем рекомендацій, доступності та оптимізації процесів фріланс-ринку, які в нинішній час мають більшу актуальність, ніж будь-коли для росту та стабілізації ринку працевлаштування, а також забезпечення зручності та ефективності взаємодії між працедавцями та фахівцями.

Список використаної літератури

1. Multi-Tier Architecture [Текст] / Heiko Schuldt. – 2009. – 154 с.
2. REST – Режим доступу: www / URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/REST
3. Java JDBC API – Режим доступу: www / URL : https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/jdbc/
4. A New Web-based Multi-tier Model for Distributed Automation Systems [Текст] / Nikolay Kakanakov, Mitko Shopov, Grisha Valentinov Spasov – 2006. – 5 с.

УДК 004

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АНОМАЛІЙ У ГРАФІЧНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ

Бут Ю.А., Рудніченко М. Д. **(**nickolay.rud@gmail.com)
Міжрегіональна академія управління персоналом (Україна)

В роботі наведено опис пропонованої концепції системи ідентифікації аномалій графічних зображень в програмних застосуваннях на прикладі комп'ютерних ігор для автоматизації процесу тестування.

Вступ. Зі зростанням популярності інтерактивних систем, зокрема ігрових програм, такі системи стають все складнішими і все більшими. Якщо раніше розробка програмних застосувань займала кілька років, зараз у великих компаніях із тисячами співробітників процес розробки може тривати п'ять-шість років. Значний час у цьому процесі займає саме тестування, пошук та виправлення помилок.

У той час як розробка таких програм стає складнішою, повільнішою і витратнішою, комплексність завдання тестування зростає в геометричній прогресії. При цьому алгоритми автоматизації залишаються слабкими та маловивченими, у більшості випадків унеможливлюючи тестування без участі сотень фахівців-тестувальників [1].

Постановка завдання. Актуальність роботи полягає у необхідності розробки концепції структури системи ідентифікації, пошуку та дослідженні існуючих номалій в інтерактивних системах з метою оптимізації процесу тестування програмних застосувань.

Виявлення аномалій у даних великої розмірності стає фундаментальною проблемою дослідження, що має різні програми у реальному світі. Однак багато існуючих методів виявлення аномалій не можуть зберігати достатню точність через так званих великих даних, що характеризуються великим обсягом і високошвидкісними даними, що генеруються різними джерелами. Феномен наявності обох проблем разом можна віднести до «прокляття великої розмірності», що впливає на існуючі методи з точки зору як продуктивності, так і точності. Висока розмірність відноситься до наборів даних, які мають велику кількість незалежних змінних,

компонентів, функцій або атрибутів даних, доступних для аналізу. Складність аналізу даних збільшується в залежності від кількості вимірювань, що потребує більш складних методів обробки даних [2].

В пропонованій концепції передбачається процес розпізнавання графічних образів для пошуку аномальних даних в них на базі застосування різних алгоритмів машинного навчання, зокрема моделей штучних нейромереж.

Демонстрація послідовності дій того, як модуль пошуку аномалій буде взаємодіяти з користувачем або сторонньою системою, і як він оброблятиме отримані дані, показана на діаграмі послідовності на рис. 1. Перш за все користувачеві або сторонній системі необхідно встановити модуль, що містить програму пошуку аномалій. Після успішного впровадження модуля в систему, для взаємодії з алгоритмом потрібно надати набір даних, який буде використаний для навчання. Після отримання даних модуль пошуку аномалій перетворює набір зображень у відповідний формат і створює підмножину об'єктів типу ndarray для подальшої передачі. Модуль викликає алгоритм AutoEncoder задля передачі даних навчання.

Алгоритм AE виконує функції encoder() та decoder() для створення ланцюга навчання. Кожне зображення проходить етапи енкодування та декодування, отримані з цього перетворення дані зберігаються як "нормальні" дані. Потім алгоритм відправляє повідомлення про завершення навчання та готовність розпочати пошук аномалій.

Потім алгоритм відправляє повідомлення про завершення навчання та готовність розпочати пошук аномалій. Модуль програми обробляє це повідомлення та перенаправляє користувачеві або системі. З успішним завершенням навчання алгоритмом, користувач або система може зіпсувати набір даних для аналізу та запросити пошук аномалій. Функція find() перетворює набір зображень у безліч типу ndarray і запускає ланцюжок пошуку аномальних зображень відповідно до заданих параметрів точності. Алгоритм detect() визначає рівень аномальності кожного зображення та виставляє числове значення ймовірності, так само відомий як рахунок аномальності. Також для кожного зображення він проводить колірну обробку, намагаючись припустити якою має бути колірна гама, і відзначає всі колірні ділянки, які виглядають аномально [3]. Алгоритм повертає весь кластер даних, з рахунками аномальності та візуальною демонстрацією аномальності, до модулю.

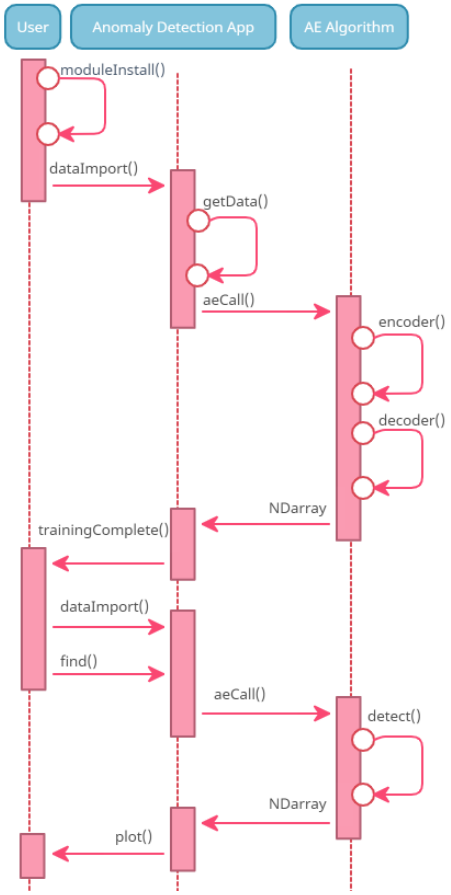


Рисунок 1 – Діаграма послідовності дій системи

Програмний модуль інтерпретує отримані результати у форматі зрозумілому для користувача або системи, демонструючи список знайдених аномалій з назвою зображення та рахунком аномальності.

Висновки. Розроблена концепція змістовно описує структуру програмного застосування та може бути використана у якості фрагменту специфікації для подальшої реалізації системи.

Список використаної літератури

[1] Луїс Л. Game Development Essentials: Game QA & Testing / Л. Луїс, Ж. Новак. – К.: Ранок, 2009. – 288 с.

[2] «Огляд методів виявлення аномалій в потоках даних», 29.03.2021 [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-1864/paper_33.pdf [Accessed: September 03, 2023].

[3] LeCun Y. Deep learning / Y. LeCun, B. Yoshua, H. Geoffrey // Nature. – Vol. 521. – №7553. – 2015. – PP. 436–444..

УДК 062

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ В СИСТЕМИ ВІДБОРУ КАНДИДАТІВ

Гашков О.А., Гунченко Ю.О. (hashkov.alx@gmail.com, gunchenko@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

У. тезах доповіді розглядаються стратегії відбору кандидатів є багатофакторний аналіз, що дозволяє відбирати кандидатів на основі різних критеріїв та факторів. Використання багатофакторного аналізу в системах відбору кандидатів підвищує якість відбору, зменшує вплив суб'єктивності, дозволяє адаптувати вибір до потреб підприємства та підвищує конкурентоспроможність. Багатофакторний аналіз дозволяє оцінювати кандидатів за різними аспектами, такими як навички, досвід, освіта, соціокультурні компетенції тощо. Це допомагає вибирати найкраще підходящих кандидатів і сприяє більш об'єктивному та справедливому відбору.

У сучасному світі, де інформація росте експоненційно, бізнесам дедалі складніше відділяти зерна від плевел. Шукання та залучення кваліфікованих кадрів для компаній стає дедалі більш важливим завданням. У такому контексті розробка програмних засобів для підбору кандидатів на роботу стає актуальною та навіть критичною для успішного розвитку бізнесу.

З поширенням Інтернету та глобалізацією економіки зросла конкуренція на ринку праці. Компанії зіштовхуються із величезною кількістю резюме, з якими доводиться працювати. Витрати часу та ресурсів на ручний аналіз кандидатів можуть бути величезними, що може призвести до втрати можливостей та грошей. Розвиток технологій призвів до величезного зростання кількості даних, які доступні компаніям. Але, якщо не використовувати спеціальні інструменти, ця величезна кількість інформації може стати непродуктивною. Програмні засоби з підбору кандидатів допомагають автоматизувати процес аналізу даних, дозволяючи знайти найбільш підходящих кандидатів за кілька хвилин [1].

Однією з ключових стратегій відбору кандидатів є багатофакторний аналіз, який дозволяє оцінювати та відбирати кандидатів на основі різноманітних критеріїв та факторів. Актуальність використання багатофакторного аналізу в системах відбору кандидатів обгрунтовується наступними аспектами:

- Підвищення якості відбору.
- Зменшення впливу суб'єктивності.
- Адаптація до конкретних потреб підприємства.
- Підвищення конкурентоспроможності.

Багатофакторний аналіз дозволяє оцінювати кандидатів за різними аспектами, такими як навички, досвід, освіта, соціокультурні компетенції тощо. Це допомагає вибирати кандидатів, які найкраще відповідають потребам та цілям підприємства. Як результат, компанії мають більш

якісний та призначений відбір. Такий аналіз ґрунтується на об'єктивних даних і критеріях, що допомагають зменшити вплив суб'єктивних оцінок та упереджень при виборі кандидатів. Це сприяє більш об'єктивному та справедливому відбору [2].

Також багатофакторний аналіз дозволяє підприємствам враховувати свої унікальні потреби та критерії при виборі кандидатів. Застосування багатофакторного аналізу в системах відбору дозволяє автоматизувати оцінку та порівняння кандидатів. Це спрощує вибір та допомагає зекономити час та ресурси, які раніше були б витрачені на ручний аналіз.

Розробка програмного засобу з підбору кандидатів на роботу стає важливим інструментом для сучасних компаній. Актуальність застосування багатофакторного аналізу в системах відбору оптимальних кандидатів стає неоспоримою в умовах зростаючої конкуренції та збільшення обсягу інформації. Цей підхід допомагає підприємствам вибирати кваліфікованих кандидатів, зменшувати суб'єктивність та оптимізувати ресурси, що, у свою чергу, сприяє досягненню більшого успіху та стабільності в сучасному бізнес-середовищі.

Список використаної літератури

1. Петренко Т.С. Використання інновацій у сфері управління та відбору персоналу як фактор гарантії безпеки підприємства / Т.С. Петренко, В.В. Білик // Перспективи управлінської діяльності суб’єктів господарювання в контексті економічної, 2017 р. с. 97-99.
2. Гавриш О.А., Довгань Л.Є., Крейдич І.М., Семенченко Н.В. Технології управління персоналом: монографія. Л.-Київ : НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2017. – 528 с.

УДК 331.108.2

АНАЛІЗ РОБОТИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З ПРОДАЖУ ОДЯГУ ТА ЙОГО ПРОСУВАННЯ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Гешко М.М. (kolya.geshko@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

З популярністю й розвитком електронної комерції в останні роки, робота інтернет-магазину з продажу одягу та його просування у мережі Інтернет стають важливими аспектами успіху у цій галузі. Аналіз роботи інтернет-магазину з продажу одягу та його просування допомагає підвищити конкурентоспроможність, збільшити продажі та залучити нових клієнтів.

Аналіз допомагає виявити сильні та слабкі сторони інтернет-магазину, а також ефективність маркетингових стратегій, що застосовуються. Він дозволяє визначити, які маркетингові кампанії чи методи просування призводять до найбільшим результатам. Інформація, яка отримана в результаті аналізу, дозволяє сфокусуватися на успішних підходах та коригувати неефективні, що призводить до оптимізації витрат та підвищення загальної ефективності роботи магазину.

Також такі дії допомагають зрозуміти потреби та переваги клієнтів. Аналіз дозволяє виявити тренди та дізнатися, які товари чи послуги користуються найбільшим попитом. Знання потреб клієнтів дозволяє націлитись на правильні цільові аудиторії, а також розробити цільові маркетингові стратегії, щоб досягти більшої ефективності просування та задовольнити потреби клієнтів.

Сучасний електронний комерційний сегмент, особливо сфера інтернет-торгівлі одягом, є вкрай конкурентним та динамічним середовищем.

Створений у рамках маркетингових досліджень на кафедрі ІТтаКБ ОНТУ Інтернет-магазин з продажу взуття дав можливість провести численні тести та оцінити ефективність застосовуваних методів торгівлі.

Такі дослідження дозволили виділити наступні важливі ключові аспекти проведення аналізу продуктивності та рентабельності існування Інтернет-магазину:

- ***Відстеження продажів***: для аналізу роботи інтернет-магазину необхідно систематично відстежувати продажі. Важливо визначити, які товари або категорії одягу мають найвищий попит. Це допоможе зосередити зусилля на просуванні та розвитку цих популярних товарів.

- ***Аналіз поведінки клієнтів***: важливо вивчити поведінку клієнтів на сайті інтернет-магазину. Це включає аналіз часу, проведеного клієнтами на сайті, перегляданих сторінок, конверсію та відмови від покупок. Ці дані дозволять виявити проблемні моменти та знайти шляхи для покращення користувальницького досвіду та збільшення продажів.
- ***Оптимізація SEO***: одним з ключових аспектів просування інтернет-магазину є оптимізація пошукової видимості (SEO). Аналіз роботи Інтернет-магазину має включати оцінку ключових слів, метатегів, описів товарів та якості контенту. Правильна оптимізація допоможе забезпечити високу позицію в пошукових системах і залучити більше органічного трафіку.
- ***Аналіз конкурентів***: також важливо аналізувати роботу конкурентів. Необхідно досліджувати їхні підходи до продажу одягу, якість обслуговування клієнтів, цінову політику та інші фактори, що впливають на їхні успіхи. Це дозволить знайти унікальні пропозиції і розвиватися в конкурентній області.
- ***Маркетингові стратегії***: необхідно ретельно оцініть ефективність маркетингових стратегій - аналіз рекламних кампаній, промо-акцій, використовуваних каналів та стратегій ціноутворення. Необхідно виділити успішні прийоми та відстежувати їх вплив на продажі.
- ***Задоволеність клієнтів***: не треба забувати про задоволеність клієнтів. Таке задоволення надходить шляхом аналізу відгуків клієнтів, їхніх відгуків про товари та обслуговування. Треба залучати клієнтів до заповнення анкет думок та питань про зручність сайту, доставку і якість товару. Потрібно бути готовим до змін і виправлення недоліків, що відтворюються відкритість та готовність до розвитку.
- ***Конкурентна вигода***: аналіз роботи та просування інтернет-магазину допомагає зрозуміти, які конкурентні переваги мають інші гравці на ринку. Це дає можливість розробити стратегії, які дозволять виділитися та запропонувати клієнтам унікальну пропозицію. Без аналізу можна прогаяти важливі деталі конкурентної боротьби і виявити нові змогу розвитку та складання вдалих маркетингових планів.
- ***Оцінка повернення інвестицій***: Просування інтернет-магазину потребує часу, зусиль та інвестицій. Аналіз дозволяє оцінити ефективність цих інвестицій, обчислити окупність та оцінити ROI (повернення інвестицій). Таким чином, можна визначити, які методи просування, рекламні кампанії або канали доставки є найбільш вигідними для бізнесу і зосередитися на них для максимізації доходів.

У світлі сказаного, ось зразкова послідовність дій господаря такого Інтернет-магазину від першої особи:

«Спочатку, докладно розглянув асортимент товарів, представлений в інтернет-магазині. Аналіз включав в себе визначення популярних товарних категорій, визначення тенденцій та потенційних областей для розширення асортименту. Детальне вивчення попиту на різні товари було важливим кроком для розробки оптимальних стратегій закупівель та виробництва. Після аналізу асортименту, увага була приділена дослідженню інтерфейсу та користувацької зручності веб-сайту магазину. Аналізували ефективність сторінок, швидкість завантаження, простоту процесу оформлення замовлень та навігацію. Виявлення недоліків та можливостей для покращення інтерфейсу було нашою метою. Під час дослідження стратегій просування, детально аналізували використання цифрових маркетингових інструментів. Дослідив ефективність стратегій в соціальних мережах, контент-маркетингу, оптимізації для пошукових систем (SEO) та контекстної реклами, розглянули різні інструменти для залучення аудиторії та створення лояльних клієнтів [1]. По завершенні аналізу ефективності просування, провів оцінку конверсії, для чого виміряли трафік та вплив маркетингових кампаній на продажі. Ця інформація стала основою для коригування стратегій та підвищення результатів».

Аналіз роботи інтернет-магазину та просування продажу одягу у мережі Інтернет є складним і постійним процесом. Незалежно від того, коли користувач почав свій інтернет-магазин, аналіз і постійне покращення будуть ключовими факторами успіху. Потрібно перетворіти цей аналіз на постійну практику, і зроблений інтернет-магазин з продажу одягу стане більш конкурентноздатним і приноситиме більше задоволення вашим клієнтам. Тільки таким чином, можна забезпечити успішну роботу інтернет- магазину в умовах сучасного онлайн-ринку [2].

Список використанної літератури

1. SEO оптимізація сайту самостійно. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://ideadigital.agency/blog/seo-optimizacziya-sajtu-samostiino, (дата звернення: 14.04.2023).
2. Everything you need to rank higher & get more traffic. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://ahrefs.com

УДК 004.4

ПРОГРАМНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕКЛАМНИМИ КАМПАНІЯМИ

Громовий М. М. (10514900@stud.op.edu.ua)
Національний університет “Одеська політехніка” (Україна)

В роботі розглядається мотивація, основні задачі та підходи програмної системи для автоматичного управління рекламними кампаніями, наводяться принципи, що дозволяють системі підвищити результати продажів на електронних торговельних майданчиках

В умовах цифрового світу рекламні кампанії стали невід’ємною частиною маркетингу: так, згідно з доповіддю від HubSpot [1], 75% відсотків бізнесів використовують рекламні кампанії, з них 80% використовують в якості каналів соціальні мережі та веб-сайти, причому 63% планували збільшення бюджетів з подібною метою в 2021 році. Також, стрімкому зростанню індустрії сприяли поява нових інструментів з використанням штучного інтелекту, таких як чат-боти чи генератори тексту та зображень.

Однак існують і виклики, що супроводжують управління рекламними кампаніями: рекламні канали зазвичай мають окремі системи управління, не поєднані між собою, в той час як сторонні інструменти для використання штучного інтелекту чи аналітики можуть подаватися окремо. Зі збільшенням кількості вживаних інструментів зростає і кількість часу, необхідна на їх інтеграцію між собою, і супутні фінансові витрати. Таким чином, програмна система, яка б дозволяла керувати рекламними кампаніями, що ведуться через декілька каналів одночасно, є актуальною програмно-прикладною задачею. В нашому випадку, цілі системи обмежуються соціальними мережами та веб-сайтами для просування товарів, розміщених на торгівельних майданчиках, які інтегровані до такої системи.

Основними викликами у веденні рекламних кампаній є такі задачі: правильне визначення цільової аудиторії та її групування, вибір оптимального співвідношення використовуваних каналів, підбір ключових та хештегів для рекламного матеріалу, передбачення та реагування на поведінку потенційних клієнтів в умовах перевантаженості цифрового простору рекламними матеріалами. Розглянемо алгоритми для вирішення деяких з них.

Для генерування ключових слів з опису товару у першому наближенні можна використати метод TF-IDF, однак, такий підхід не гарантує, що отримані ключові слова даватимуть максимальну конверсію; більш ефективним підходом, розглянутим у [2], може бути використання seq2seq моделі. Для більшої спрямованості результату на продаж товару можемо запропонувати такий підхід: знайти на маркетплейсі N схожих товарів, виокремити наведені для них ключові слова і порівняти отриманий набір з набором ключових слів, отриманих з опису; перетин цих двох множин і буде результатом.

Натомість, задача автоматичного визначення цільової аудиторії є складнішою, оскільки вимагає наявності масиву тренувальних даних. Наприклад, для визначення віку цільової аудиторії за відсутності значної кількості таких даних на ранніх етапах проєкту можна почати з використання дерева рішень, побудованого експертами з предметної області. Із накопиченням масиву даних можна перейти до класифікації на основі дерев рішень; такий підхід застосований в [3].

Перейдемо до детальнішого опису можливостей системи, основні функції наведені у діаграмі варіантів використання на рис. 1.

Першим кроком є під’єднання облікових записів маркетингових каналів, де будуть запускатися рекламні кампанії, очікується, що система підтримуватиме такі канали, як Google AdWords, Instagram Ads, Facebook Ads Manager. Після під’єднання каналів, користувач може

перейти до безпосередньо налаштування кампанії – на основі введеного користувачем посилання на веб-сторінку, що просуватиметься, та довільного опису рекламованого товару чи послуги система пропонує ключові слова, можливу цільову аудиторію та інші параметри, які користувач може відредагувати. Також система може запропонувати пропорції використання наявних маркетингових каналів в залежності від вхідних даних. Користувач може запустити кампанію одразу або зберегти її як чернетку для запуску пізніше.

Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання

Також можна налаштувати сповіщення про хід кампанії, наприклад, якщо показники кампанії стають більшими або меншими від заданого значення. Окрім цього, користувач матиме можливість переглянути аналітичні дані, що дозволяють оцінити ефективність кампанії для різних категорій користувачів за віком, місцем проживання, окремим ключовими словами, типами пристроїв (мобільні або десктопні). Система дозволятиме експортувати дані в основних табличних форматах або формувати звіти, що можуть містити зведені таблиці, графіки, та гістограми.

Користувач може змінювати параметри кампанії, наприклад ключові слова, і після запуску кампанії. Система може пропонувати користувачеві, які зміни слід застосувати для оптимізації кампанії. Останньою функцією є завершення кампанії, причому дані про кампанію зберігаються для можливості відображення аналітики за декількома кампаніями одночасно.

Розглянута система дозволить зменшити час, необхідний для запуску рекламної кампанії за рахунок її одночасного запуску на декількох рекламних каналах та передбачення ймовірних параметрів кампанії замість їх ручного введення. Пропонування системою шляхів оптимізації кампанії під час її перебігу дозволить зменшити час реагування на зміни цільових показників та зменшити витрати на просування товарів чи послуг. Таким чином, можемо стверджувати, що запропонована система дозволить підвищити користь використання цифрової реклами для бізнесів з одночасним пришвидшенням запуску рекламних кампаній.

Список використаної літератури

[1] Not Another State of Marketing Report, 2021 [Online]. Available: https://www.hubspot.com/hubfs/State-of-Marketing%20(2).pdf [Accessed: October 10, 2023].

[2] Shi, Haoran, et al. Keyword Augmentation via Generative Methods. *Proceedings of the 4th Workshop on e-Commerce and NLP*. 2021.

[3] De Bock, Koen W, Dirk Van den Poel. Predicting website audience demographics forweb advertising targeting using multi-website clickstream data. *Fundamenta Informaticae* 98.1 (2010): 49-70.

УДК 004.8(09)

ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Гулевич О.О. (leshagulevich1@gmail.com)
Державний податковий університет (Україна)

У тезах здійснено огляд передумов виникнення штучного інтелекту як самостійної галузі; обґрунтовано необхідність дослідження історії розвитку та еволюції штучного інтелекту як такого, що відкриває нові горизонти та незліченні можливості для майбутнього людства.

Сьогодення характеризується впровадженням штучного інтелекту у різні сфери діяльності людини, інструменти якого ефективно використовуються у кібербезпеці, освіті, науці, фінансовій та медичній сферах, судовій системі тощо. Цілком логічним є твердження О.В. Добровольської та В.І. Штанько про те, що «розвиток штучного інтелекту є цілком логічним кроком розвитку постіндустріального техногенного суспільства, що характеризується інтенсифікацією процесу інформатизації всіх сфер діяльності людини та суспільства в цілому» [1, с. 17]. Тому питання виникнення та розвитку штучного інтелекту є надзвичайно актуальним та, безперечно, цікавим.

Дослідженням проблематики штучного інтелекту та його розвитку займалося безліч науковців. Штучний інтелект – це широке поле, і багато вчених з різних галузей, таких як комп'ютерні науки, математика, когнітивна психологія, біологія та інші, вносять свій вклад у цю галузь. Теоретичними фундаторами ідей штучного інтелекту вважають Алана Тюрінга, Джона Маккарті, Марвіна Мінські, Геоффрі Гінтона, Яна Лекуна, Деміса Гасабіса ті ін. Визначаючи штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації суспільства, сучасні вітчизняні дослідники вивчають перспективи та тенденції його розвитку (С.А. Воінова, О.В. Добровольська, А.В. Кожевнікова, Д.В. Лубко, Ю.В. Нікольський, О.М. Парубець, В.В. Пасічник, Д.П. Пчелянський, І.О. Середюк, Д.О. Сугоняко, С.В. Шаров та ін.).

Зважаючи на те, наскільки технології штучного інтелекту заполонили людське життя, метою нашого дослідження стала історія розвитку штучного інтелекту, передумови, які призвели до його появи.

Історія розвитку штучного інтелекту охоплює значний період, приводячи до його становлення як самостійної галузі. Нині ця галузь продовжує розвиватися і еволюціонувати, відкриваючи нові обрії та можливості завдяки наполегливим дослідженням вчених. Майбутнє штучного інтелекту відкриває широкі перспективи і незліченні перспективи для подальшого розвитку.

Перш, ніж звернутися до передумов штучного інтелекту, варто з'ясувати як саме трактується поняття «штучний інтелект». Сам термін «штучний інтелект» ввів Джон Маккарті в 1956 році на конференції в Дартмутському університеті, розуміючи під ним науковий напрямок, у межах якого ставляться та вирішуються завдання апаратного або програмного моделювання тих видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними. За переконанням Джона Маккарті: «Штучний інтелект – це розділ комп`ютерної лінгвістики та інформатики, що формалізує завдання, які нагадують справи, що виконує людина. Іншими словами, комп'ютер робитиме те, що донедавна виконували ми» [4].

Вважається, що поняття штучного інтелекту можна вживати як у широкому, так і у вузькому значенні. У вузькому розумінні, штучний інтелект – це інформація, яка генерується функціонуванням будь-якої автоматизованої системи або комп'ютерної програми. А у широкому, штучний інтелект трактують як здатність автоматизованих систем або комп'ютерних програм виконувати функції людини, спираючись на аналіз зовнішніх факторів і приймати найкраще рішення з урахуванням життєвого досвіду людини.

У контексті нашого наукового пошуку важливим є твердження О.Є. Порохової про те, що ідея штучного інтелекту полягає у забезпеченні здатності автоматичних систем моделювати високорівневі психічні процеси, властиві людині, такі як мислення, судження, мову, розпізнавання образів, навчання, емоції, творчість тощо; а також у здатності штучного інтелекту аналізуючи вплив що надходить зовні та враховуючи попередній досвід виокремлювати найбільш логічні та правильні рішення [3, с.8]

Сьогодні вважається, що штучний інтелект – це набір технологічних інструментів і алгоритмів, які надають нам прогнози, рекомендації та рішення щодо змін цифрового й реального середовища, базуючись на різних даних; це галузь науки, яка займається створенням програм, які здатні виконувати завдання, які зазвичай вимагають інтелекту людини. Основна мета штучного інтелекту полягає в тому, щоб розробляти алгоритми та системи, які можуть вчитися і вдосконалюватися в процесі виконання завдань, а також адаптуватися до змінних умов.

Досліджуючи сутність та проблематику штучного інтелекту, О.Є. Порохова вважає, що зародження штучного інтелекту можна пов'язати з розвитком в часи Античності філософських досліджень природи людини та процесу пізнання світу й ім'ям Аристотеля, який вперше сформулював принципи раціонального мислення та розробив неструктуровану систему логічних висновків, призначену для здійснення коректних міркувань [3].

Варто зауважити, що люди завжди виявляли інтерес до створення машин, що виявляють інтелект. Давні єгиптяни та греки, наприклад, були вражені релігійними статуями, які слугували жерцям. У середньовічному фольклорі зустрічаються оповідання про предмети, які могли рухатись та навіть говорити, наприклад, ляльки, а також історії про мудреців, які мали контроль над гомункулусами – маленькими штучними створіннями, що виявлялися розумними істотами.

У IVX столітті середньовічний філософ Раймунд Луллій висунув ідею про можливість застосування механічних пристроїв для виконання корисних розумових операцій. На розвиток передумов виникнення штучного інтелекту значно вплинула поява теорії механістичного матеріалізму, яка пов'язана з роботами Рене Декарта «Міркування про метод» (1637 р.) та Томаса Гоббса «Людська природа» (1640 р.), у яких представлене розуміння того, як організми працюють як механічні системи, в якості певних складних механізмів. Однак механістичні аспекти природи і суспільства важливі не лише для розуміння штучного інтелекту, але і в контексті більш широких аспектів нашого життя та природи [2]. Швейцарський філософ VIX ст. Теофраст Парацельс висловив думку, що ми можемо наблизитися до божественності, розуміючи і відтворюючи найвеличніше чудо Божого творіння – людину.

Крім філософської думки у часи Середньовіччя та Відродження відбувається інтенсивний розвиток математичної науки, фундаментальні дослідження (особливо логіки, обчислення та теорії ймовірностей) якої заклали підвалини для розвитку штучного інтелекту та сприяли створенню перших обчислювальних пристроїв.

Однією з технологічних передумов розвитку штучного інтелекту, можна назвати проектування у 1500 році Леонардо да Вінчі механічного калькулятору та, на думку Д.В. Лубка та С.В. Шарова, побудова в 1623 році Вільгельмом Шикардом першої відомої механічної цифрової обчислювальної машини. Трохи пізніше такі машини також побудовані Блезом Паскалем (1643 р.) та Лейбніцем (1671 р.).

У 1832 році С.Н. Корсаков представив концепцію розробки наукових методів та пристроїв з метою розширення потенціалу розуму. Він вперше в історії інформатики використав перфоровані карти в конструкції своїх «інтелектуальних машин». У XIX столітті Чарльз Беббідж та Ада Лавлейс працювали над розробкою програмованої механічної обчислювальної машини [2].

Народження штучного інтелекту як науки Д.В. Лубко та С.В. Шаров повязують з дослідженнями Бертрана Рассела і А.Н. Уайтхеда «Принципи математики» (1910-1913 рр.), яка зробила революцію в формальній логіці; Уоррена Маккалока і Уолтера Піттса «A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity» (1943 р.), у якій закладено основи нейронних мереж; У. Мак-Каллока і У. Піттса «Логічне числення ідей, що відносяться до нервової активності» (1943 р.), де запропоновано поняття штучної нейронної мережі та модель штучного нейрона тощо [2].

У середині XX століття відбувається спалах інтересу науковців до проблематики штучного інтелекту. Особливо цікавим було питання щодо уміння машини мислити самостійно та автономно від людини.

Одним з основоположників сучасної комп'ютерної науки вважають Алана Тюрінга, який на початку 1950-х р.р. XX століття, будучи членом гуртка ентузіастів «Ratio Club», у своїй праці «Обчислювальні машини та розум», вирішив змінити постановку тоді популярного питання «Чи можуть машини думати?» на своє, більш конкретне запитання: «Чи можуть машини виконувати завдання, які виконують люди (розумні істоти), із використанням інтелектуальних здібностей?». Це питання зосереджувало увагу на можливості машин реалізовувати інтелектуальні функції, а не просто на їхній здатності «думати» у традиційному розумінні.

Не дивлячись на усі переваги та відомість тесту, він має й свої недоліки, серед яких антропоморфизм (тобто перевіряється лише здатність машини мімікрувати під людину, а не розумність машини загалом); непрактичність або антропоцентризм (ставлення феномену людини на першочергове місце всього іншого життя не може бути корисним при розробці розумних машин); біхевіоризм або функціональність (тест лише перевіряє, як діє суб'єкт, тобто машина, що тестується, може імітувати поведінку людини у розмові, просто «неінтелектуально» дотримуючись механічних правил).

Загалом в історії становлення та розвитку штучного інтелекту від 50-х років XX століття до сучасності виокремлюють кілька етапів. Найбільш деталізованою періодизацією історії штучного інтелекту є дослідження Едема Голда «Історія штучного інтелекту з 1950-х років до наших днів», у якому ґрунтовно проаналізовано внесок кожного етапу в історію штучного інтелекту [5].

Таким чином, передумови виникнення та історія розвитку штучного інтелекту є надзвичайно цікавими, супроводжуються як розчаруваннями, так і неймовірними здобутками. На сьогодні інструменти штучного інтелекту розкривають лише верхівку айсберга його можливостей. При цьому виникають нові проблеми, які потребують вирішення. Важливо зберігати баланс між оптимізмом і песимізмом, розглядаючи як досягнення, так і етичні аспекти цієї технології.

Список використаної літератури

[1] Добровольська О.В., Штанько В.І. Філософський аналіз еволюції штучного інтелекту. Дослідження з історії і філософії науки і техніки. 2019. Т. 28, № 1. С. 10–19.

[2] Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. / укл. Д.В. Лубко, С.В. Шаров. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. 264 с. Режим доступу: http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/knyha.-msshy-v-byblyoteku.pdf

[3] Порохова О.Є. Сутність і проблематика штучного інтелекту.pdf. Режим доступу: http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/15083/Порохова%20О.20Є.%20Сутність%20і%20проблематика%20штучного%20інтелекту.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4] Штучний інтелект (ШІ): Що це таке і чому це важливо? Режим доступу: https://www.everest.ua/ai-platform/analytics/shtuchnij-intelekt-ai-shho-ce-take-i-chomu-ce-v/(4)

[5] Gold E. The History of Artificial Intelligence from the 1950s to Today. Режим доступу: https://www.freecodecamp.org/news/the-history-of-ai/

УДК 004.032

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕСТ-КЕЙСІВ ТА ТЕСТ-СЦЕНАРІЇВ НА ОСНОВІ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Гуральник Ф.Б. (frederikguralnik@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Дослідження спрямоване на застосування штучного інтелекту для автоматизованого створення тест-кейсів та тест-сценаріїв на основі вимог до програмного продукту. У сучасній сфері розробки програмного забезпечення, де вимоги до продукту стають все складнішими, важливо мати ефективні методи тестування. Використання штучного інтелекту передбачає застосування методів машинного навчання та аналізу даних для автоматичної генерації тестових сценаріїв, що відповідають вимогам до програмного продукту. Основною метою цього дослідження є розробка підходу та методики, яка дозволить забезпечити ефективну автоматизацію створення тест-кейсів та тест-сценаріїв, що покликана покращити якість та продуктивність тестування програмного продукту. Результати даного дослідження можуть мати практичне застосування в сфері розробки програмного забезпечення.

Вступ. У сучасній динамічній сфері розробки програмного забезпечення однією з найважливіших складових є тестування. Забезпечити високу якість та надійність програм стає все складнішою задачею через зростаючі вимоги до функціональності та незворотність відповідей на помилки.

Однак традиційний процес створення тест-кейсів та тест-сценаріїв, хоча і ефективний, дедалі вимагає більше зусиль і ресурсів. У зв'язку з цим, використання штучного інтелекту набуває важливості для автоматизації цього процесу.

Мета цього дослідження - розглянути та впровадити штучний інтелект як інструмент для автоматичного створення та підтримки тестових сценаріїв на основі вимог до програмного продукту.

Результати Дослідження. Основна проблема полягає в необхідності покриття позитивних та негативних сценаріїв тестування програмного продукту на основі вимог, збережених у системі Jira. Однак процес написання тест-кейсів може бути ресурсомістким та часовим. З метою покращення ефективності та точності тестування, було вирішено використовувати штучний інтелект, зокрема Chat GPT, для автоматичної генерації тест-кейсів на основі вимог. Цей підхід сприяє оптимізації робочого процесу та мінімізації помилок у тест-кейсах. Тому було проведено аналіз і наступні кроки для виконання дослідження

Проведено аналіз і використано наступні методи для досягнення результатів дослідження:

Крок 1: Аналіз Вимог та Створення User Stories

Команда Scrum під час планування спринту розглядає User Stories, які містять описи вимог до програмного продукту.

Крок 2: Підготовка User Stories у Jira

Product Owner або Business Analyst додає описи вимог до Jira як User Stories. Це може включати позитивні та негативні сценарії використання.

Крок 3: Запуск Генерації Тест-Кейсів з Використанням Штучного Інтелекту (Chat GPT)

Тестери в команді переходять до створення тест-кейсів з використанням інтегрованого інструменту, що включає в себе потужну технологію штучного інтелекту, а саме, Chat GPT. Цей інтелектуальний агент аналізує описи User Stories і автоматично генерує варіанти позитивних і негативних тест-кейсів.

Крок 4: Рецензія Та Редагування

[1]Тестери перевіряють автоматично згенеровані тест-кейси та вносять корективи, якщо це необхідно. Вони можуть додати специфічні сценарії, перевірки або зміни, які важливі для конкретного проекту.

Крок 5: Завантаження Тест-Кейсів до TestRail

Остаточні тест-кейси додаються до системи управління тестами, такої як TestRail, для подальшого використання та трекінгу.

Крок 6: Виконання Тест-Кейсів

Під час спринту тестери виконують тест-кейси, перевіряючи, чи програмний продукт відповідає вимогам, включеним до User Stories.

Після проведення дослідження використання штучного інтелекту для створення тест-кейсів та тест-сценаріїв на основі вимог до програмного продукту, були отримані наступні результати:

- [2]Автоматизована генерація тест-кейсів: Вдалося використати методику, що базується на машинному навчанні та аналізі даних, для автоматичного створення тест-кейсів. Chat gpt, виявилася дуже ефективним в умовах зростаючої складності вимог до програмного продукту. Він аналізує вимоги та створює тест-кейси, які враховують усі можливі варіації вхідних даних та умов.
- Покращена ефективність тестування: Застосування штучного інтелекту значно полегшило та прискорило процес тестування. Тестери можуть спрямовувати свій час на більш складні та творчі завдання, залишаючи рутинну роботу автоматизованій системі. Це також дозволяє значно скоротити час, необхідний для випуску програмного продукту на ринок.
- Зменшення помилок: Використання штучного інтелекту також допомагає зменшити помилки людей під час створення тест-кейсів та тест-сценаріїв, що підвищує надійність тестування і знижує ризик виявлення критичних помилок у продукті.
- Інструментарій: У рамках дослідження було використано: chat gpt, test rails
- [3]Зменшення часу написання тест-кейсів: Використання інструментів автоматизації тестування, що базуються на штучному інтелекті, призвело до середнього зменшення часу на написання тест-кейсів на 50% або більше в порівнянні з ручним написанням.
- Зниження витрат: Автоматизація тестування за допомогою штучного інтелекту сприяє зниженню витрат на тестування, оскільки зменшує потребу в значній кількості людських ресурсів для написання та виконання тест-кейсів.

Висновок.Дослідження використання штучного інтелекту для автоматичного створення тест-кейсів та тест-сценаріїв на основі вимог до програмного продукту продемонструвало значні переваги у сфері тестування програмного забезпечення. Отримані результати підкреслюють важливість цього напряму дослідження та можливості, які надає штучний інтелект.

[4]Автоматизована генерація тест-кейсів виявилася дуже ефективною, дозволяючи створювати тестові сценарії, які враховують усі можливі варіації вхідних даних та умов. Це спрощує процес створення тестів та забезпечує покращену покриття програмного продукту тестами.

Chat gpt також надає підтримку та можливість автоматичного оновлення тестових сценаріїв, що робить їх актуальними в умовах постійних змін у вимогах до програмного продукту. Це дозволяє забезпечувати якісну та актуальну перевірку продукту.

Використання штучного інтелекту покращило ефективність тестування, зменшивши рутинну роботу тестерів та дозволяючи їм сконцентруватися на більш складних завданнях. Помилки, пов'язані зі створенням тест-кейсів, також були значно зменшені, що сприяє підвищенню надійності тестування.

Інструментарій, використаний у дослідженні, включаючи методи машинного навчання, аналіз даних та системи керування версіями, виявився критичним для успішної реалізації цієї системи. Всі ці фактори разом роблять використання штучного інтелекту для створення тест-кейсів та тест-сценаріїв на основі вимог до програмного продукту обіцяючим напрямком для покращення процесу тестування і розробки програмного продукту.

Література

[1] Деніел Сітунаяке, Джені Планкет, “AI at the age”, с. 150-200, 2023.
[2] Майк Конб, “Оцінювання і планування в Agile, с. 336, 2019.
[3] Арон Аксельрод, “Complite guide to test automation”, с. 600, 2018.
[4] Ліза Кріспін, “Agile testing: A practical guide for testers and agile teams”, с. 521, 2008

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ

Деркач Т.М., Деркач С.М. (vukladach.tnd@gmail.com)
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Україна)

Метою даної роботи є розгляд технологічних аспектів проектування системи обліку та керування документами. Представлені основні складові діаграми прецедентів для розробки системи.

Однією з проблем у сфері управління та менеджменту підприємства, є удосконалення, прискорення та впорядкування обміну документів у його структурних підрозділах. Умовою для створення ефективних механізмів комунікативної взаємодії різних суб’єктів є інформатизація та автоматизація цих процесів. Актуальність проблеми обумовлена масовим впровадженням таких систем у всі сфери життя та в появі єдиної системи, де документ зможе пройти весь свій шлях відповідно до вимог.

Враховуючи специфіку систем електронного управління документообігом, процес переходу до її використання може виявитися складним і доволі тривалим. Запроектовано система складається з таких основних частин, як: створення документів, управління існуючими документами, управління робочими процесами для документів та конвертація документів з системи для кінцевого користувача [1]. Задля вирішення даних проблем, система розбита на ряд модулів, кожен з яких відповідає за виконання тих чи інших аспектів кінцевого продукту. Такий підхід дозволяє значно зменшити час, необхідний на впровадження системи, орієнтуючись на доставку незалежних функціональних модулів.

Для розробки системи електронного документообігу застосовано ідеї клієнт-серверної архітектури розробки веб-сервісів, яка полягає у розробці клієнтської частини додатку та API-

сервера. Така архітектура дозволяє всім користувачам паралельно працювати з системою, а всі обчислення покладаються на сервер, який працює з базою даних.

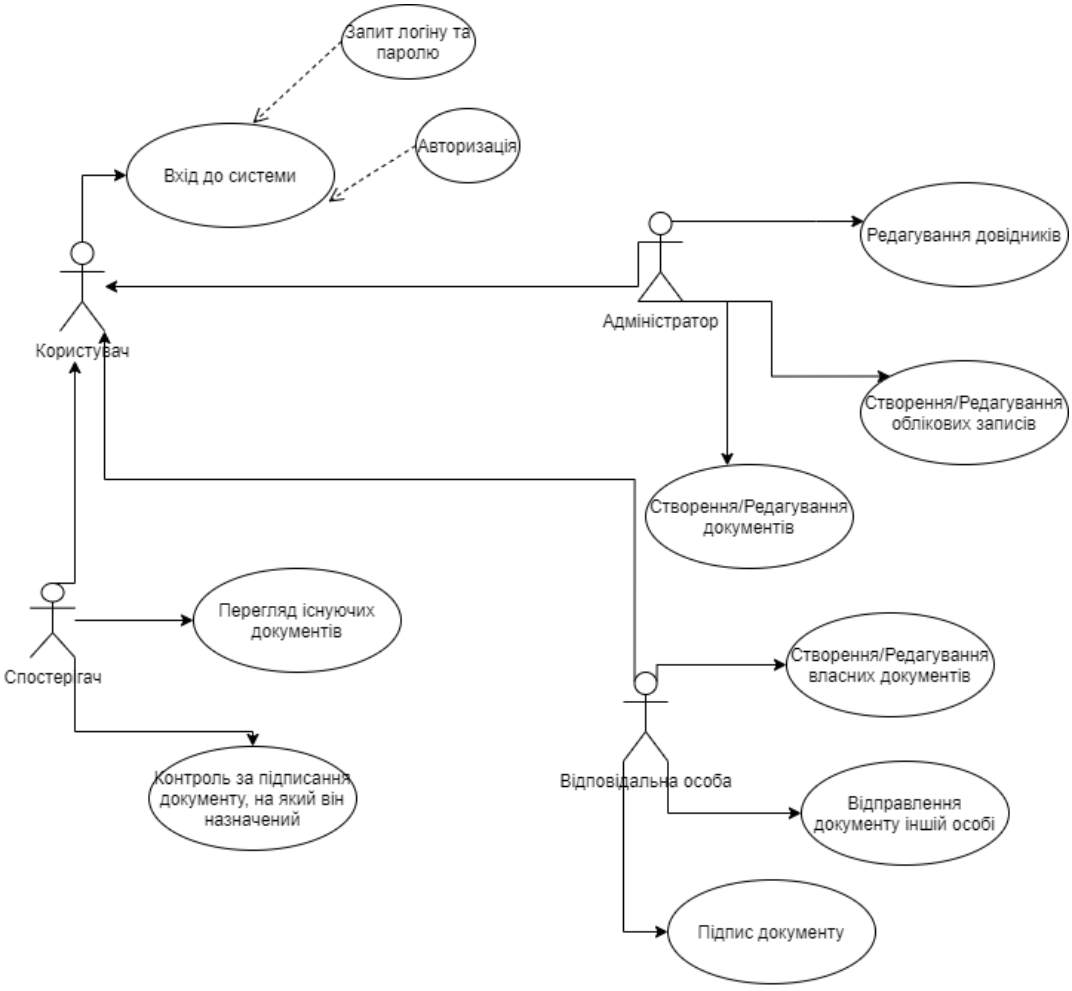


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів

Для більш чіткого уявлення програмного забезпечення, що проектується необхідно спочатку побудувати загальну модель діаграми прецедентів для подальшого розширення (Use Case Diagram).

Діаграми прецедентів описують функціональні вимоги системи з точки зору випадків використання. Розробка діаграми переслідує такі цілі [2]:

- сценарії, як система або програма взаємодіє з людьми, організаціями або зовнішніми системами;
- цілі, яких система або додаток допомагає досягти акторам;
- визначити сферу застосування системи.

Для даної системи передбачені три види користувачів (акторів):

- Спостерігач, котрий має доступ лише до зчитування документів, та може бути назначений на документ, що очікує підпису, як додаткова особа для контролю.
- Відповідальна особа – користувач, шо має право створювати документи та підписувати їх.
- Адміністратор має доступ до редагування довідників та створення або редагування нових облікових записів користувачів та створення/редагування документів.

Сценарій використання може узагальнити деталі користувачів системи (також відомих як актори) та їх взаємодії з системою.

Розглянуті технологічні аспекти проектування використані для розробки системи, завдяки якій стає можливим перехід до електронного управління документами та робочими процесами, пов’язаними з ними.

Список використаної літератури

[1] Гречко, А. В. Основи електронного документообігу / А. В. Гречко. — К.: Київський національний торговельно-економічний ун-т., 2006. — С. 120–150

[2] Мартін Фаулер. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language / Martin Fowler. Boston, US: Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2003. – 118 с.

УДК 004.588

ДОЦІЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ГАЛУЗІ ПЕРСОНАЛЬНИХ ФІНАНСІВ

Дідківський В. В., Антонюк Д. С., Вакалюк Т. А
(vladyslav.didkivskyi@gmail.com, dmitry_antonyuk@yahoo.com, tetianavakaliuk@gmail.com)
Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

В тезах обґрунтовано важливість вміння управляти персональними фінансами в сучасному світі для досягнення фінансової незалежності. Акцентується думка на необхідності розумного витрачання, збереження та інвестування грошей, планування пенсійної безпеки, а також на непередбачуваність економічних умов та вплив глобальних подій на фінансове становище. Наголошується на зростаючій ролі штучного інтелекту в управлінні персональними фінансами та необхідності дослідження та вдосконалення цих технологій. Висновок відповідає на питання доцільності дослідження теми алгоритмічного та програмного забезпечення моделювання процесів прийняття рішень в галузі персональних фінансів.

Вміння управляти персональними фінансами має величезну актуальність в сучасному світі, бо збереження, інвестування і розумне витрачання грошей може допомогти людям досягти фінансової незалежності, що є важливою ціллю для багатьох. Люди, які можуть добре управляти своїми фінансами, мають більше можливостей досягти фінансового успіху та економічної безпеки [1]. Управління персональними фінансами включає в себе відповідальне витрачання та інвестування. Окрім грошей, що витрачаються в поточному моменті, важливо відкладати кошти для пенсійної безпеки. Люди повинні вміти планувати власну пенсію, інвестувати гроші на довгий термін та вибирати пенсійні плани. Вміння правильно планувати інвестиції на майбутнє стає критичним [2].

Сучасні економічні умови можуть бути непередбачуваними. Глобальні події, такі як війна, фінансові кризи, пандемія, зміни в ринках праці та зміни в економіці, можуть суттєво впливати на фінансове становище людей [3]. Знання і навички управління фінансами допомагають зменшити вплив фінансових криз і несподіваних витрат.

Питання персональної фінансової грамотності розглядались у своїх наукових працях багатьма вченими, включаючи Richard Thaler, який у своїх наукових працях досліджував концепції патернів витрат, фінансової грамотності та економічної раціональності [4]. Також слід відзначити внесок Daniel Kahneman, автора досліджень, присвячених прийнятті рішень, що відіграють важливу роль у поясненні того, як індивіди формують свої фінансові рішення [5].

З розвитком технологій зростає і роль штучного інтелекту в управлінні фінансами. Інноваційні технології вимагають постійного дослідження і вдосконалення для їхнього оптимального використання в особистих фінансах. Серед багатьох наукових досліджень, пов'язаних із аналізом питань особистих фінансів та застосуванням машинного навчання в цій сфері, важливу роль відігравав Andrew Lo, який проводив наукові дослідження у галузі фінансової інженерії, а також застосовував машинне навчання для аналізу фінансових ринків та розробки інвестиційних стратегій [6]. Крім того, варто відзначити внесок Yves Hilpisch, визнаного фахівця у сфері використання машинного навчання в аналізі фінансів, ризик-менеджменті та фінансовій інженерії [7]. Також варто відзначити Marcos Lopez de Prado, який активно працює над розробкою квантитативних стратегій для інвестицій з використанням машинного навчання та штучного інтелекту [8]. Поле досліджень персональних фінансів широке і містить в собі різноманітні

дисципліни, такі як економіка, психологія, фінанси, поведінкова економіка та інші, і багато науковців внесли свій вклад у розуміння цієї теми.

Кожна особа має унікальні фінансові цілі, обмеження та ризики. Варто враховувати, що люди є різними і мають різні психологічні профілі, серед яких виділяють наступні: консервативний інвестор, помірно-консервативний інвестор, помірний інвестор, помірно-агресивний інвестор та агресивний інвестор. Здатність людини приймати певні фінансові рішення може варіювати відповідно до її психологічного профілю. Надання агресивної стратегії інвестування консервативному інвестору, швидше за все, спричинить її відкидання, і в результаті людина втратить мотивацію до самонавчання у сфері управління особистими фінансами. Одним з ключових правил прийняття фінансових рішень за Daniel Kahneman є те, що втрати сприймаються важче, ніж вигоди [9]. Це означає, що люди можуть бути більш обережні в управлінні ризиками та уникати ризикованих інвестицій, щоб запобігти втратам.

З урахуванням вищезазначеного необхідне дослідження, яке допоможе створювати персоналізовані пропозиції та стратегії, що враховують індивідуальні потреби та готовність користувачів (інвесторів) на певні фінансові кроки. Отримані персоналізовані пропозиції повинні допомогти людям краще оцінювати ризики та вигоди і приймати більш обдумані фінансові рішення.

Для вирішення поставленої проблеми було прийняте рішення розробити математичну модель процесів прийняття рішень в галузі персональних фінансів, а також розробити програмне рішення з використанням розробленої математичної моделі і можливостей машинного навчання, яке вказуватиме на ефективність прийнятих рішень в галузі персональних фінансів.

Отже, описане вище обґрунтовує актуальність дослідження щодо алгоритмічного та програмного забезпечення моделювання процесів прийняття рішень в галузі персональних фінансів. Теоретичне значення такого дослідження полягатиме у розробці математичної моделі, яка вказуватиме на доцільність прийнятих рішень в галузі персональних фінансів залежно від психологічного профілю користувача (інвестора), а також у розробці архітектури взаємодії математичної моделі прийнятих рішень в галузі персональних фінансів з системою генерації ефективних персональних фінансових стратегій. Практичне значення дослідження полягатиме у розробці програмного забезпечення, яке на основі створеної математичної моделі процесів прийняття рішень та можливостей машинного навчання генеруватиме пропозиції по ефективному керуванню персональними фінансами, які в свою чергу мають допомогти користувачам покращити знання та вміння в управлінні персональними фінансами.

Список використаної літератури

[1] Robert Kiyosaki, Sharon L. Lechter, “Rich Dad Poor Dad”, Plata Publishing, Second edition, 1997, 207 с.

[2] Т. С. Грищенко, Т. С. Смовженко, “Фінансова грамотність. Фінанси. Що? Чому? Як?”, Трансформація фінансового сектору, 2019, 272 с.

[3] “Economic impact of the COVID-19 pandemic”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Economic_impact_of_the_COVID-19_pandemic [Accessed: October 07, 2023].

[4] Richard H. Thaler, “Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness”, Penguin Books, Revised & Expanded edition, 2008, 312 с.

[5] Jason Voss, ”Psychology for Behavioral Finance”, 2012, [Online]. Available: https://blogs.cfainstitute.org/investor/2012/05/14/daniel-kahneman-psychology-for-behavioral-finance [Accessed: October 07, 2023].

[6] Andrew Lo, "Adaptive Markets: Financial Evolution at the Speed of Thought", Princeton University Press, First edition, 2017, 504 с.

[7] Yves Hilpisch, “Python for Finance”, O'Reilly, First edition, 2014, 606 с.

[8] Marcos Lopez de Prado, “Advances in Financial Machine Learning”, Wiley, First edition, 2018, 400 с.

[9] Daniel Kahneman, Amos Tversky, “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk”, The Econometric Society, Vol. 47, No. 2, 1979, с. 263-292, 29 с., [Online]. Available: https://www.jstor.org/stable/1914185 [Accessed: October 11, 2023].

УДК 004

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДАНИХ НА ПРИКЛАДІ СПОРТИВНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Дмитрієв М. Ю., Полетаєв М. І.
(studylearnerstudy@gmail.com, studylearnerstudy@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

В тезах розглядається процес проектування програмного застосування прогнозування даних на прикладі спортивного програмування з використанням алгоритмів машинного навчання.

Вступ. В даний час все більш актуальними стають напрямки використання методів та технологій штучного інтелекту для вирішення прикладних завдань з метою автоматизації аналітичних та обчислювальних процесів з обробки та аналізу даних. Завдяки активному розвитку програмних засобів та апаратного забезпечення у сучасних дослідників з'являється ефективний та функціональний інструментарій для побудови алгоритмів та моделей інтелектуальних систем з метою проведення обчислювальних експериментів та підбору оптимальних параметрів роботи таких моделей для конкретних науково-практичних завдань. Одним із найчастіше використовуваних підходів для вирішення відповідних завдань є метод комп'ютерного моделювання, що дозволяє здійснювати чисельні експерименти різного профілю з необхідними обмеженнями [1].

У зв'язку з актуальністю та популярністю серед сучасної молоді навичок програмування зростає кількість навчально-практичних заходів, спрямованих на оцінку їх логічних можливостей та розвиток технічних задатків у галузі розробки нетривіальних алгоритмів розв'язання прикладних завдань на основі проектування та створення програмних рішень та систем. Одним із подібних заходів є спортивне програмування [2].

Постановка завдання. Завдяки високому потенціалу низки сучасних інтелектуальних методів аналізу даних, зокрема методів машинного навчання, ставати можливим вирішення завдань прогнозування заданих параметрів, характеристик або показників людської діяльності [3]. У зв'язку з необхідністю аналізу даних з різних команд, що у спортивному програмуванні з метою оцінки потенціалу учасників, виникає потреба у використанні методів інтелектуального аналізу інформації та проектуванні окремих програмних продуктів для цього завдання, що буде розглянуто в межах даної роботи.

Спортивне програмування (СП) одна із найперспективніших інтелектуальних видів сучасного спорту, число учасників якого активно зростає з кожним роком. Зростання популярності СП позитивно впливає на різні сфери життєдіяльності людини. Це з тим, що набуті у процесі СП навички розв'язання складних завдань сприяють вироблення студентами ефективних рішень, зокрема й у реальних проблем бізнесу та людства загалом [1].

Проект програмного забезпечення є клієнтським десктопним додатком, що складається з ряду функціональних модулів, у тому числі:

– модуль імпорту та обробки даних відповідно до процесу завантаження датасетів;
– модуль відображення даних засобами графічних діаграм, таблиць та полів;
– модуль конфігурації та побудови моделей;
– модуль візуалізації графіків оцінки моделей;
– модуль прогнозування даних на базі одержаних моделей.

Діаграма варіантів використання проектованої системи наведено на рис.1.

Користувач має можливості імпорту даних, перегляду даних у табличному вигляді, введення пропорції тестової множини, введення значень гіперпараметрів моделей регресії, випадкового лісу та ШНМ, запуску процесу навчання моделей, перегляд результатів роботи моделей, побудови та перегляду графіків оцінок процесу навчання моделей та збереження їх у вигляді графічних файлів; здійснення введення даних для побудови прогнозу з видачею відсотка перемоги за кожною із створених моделей.

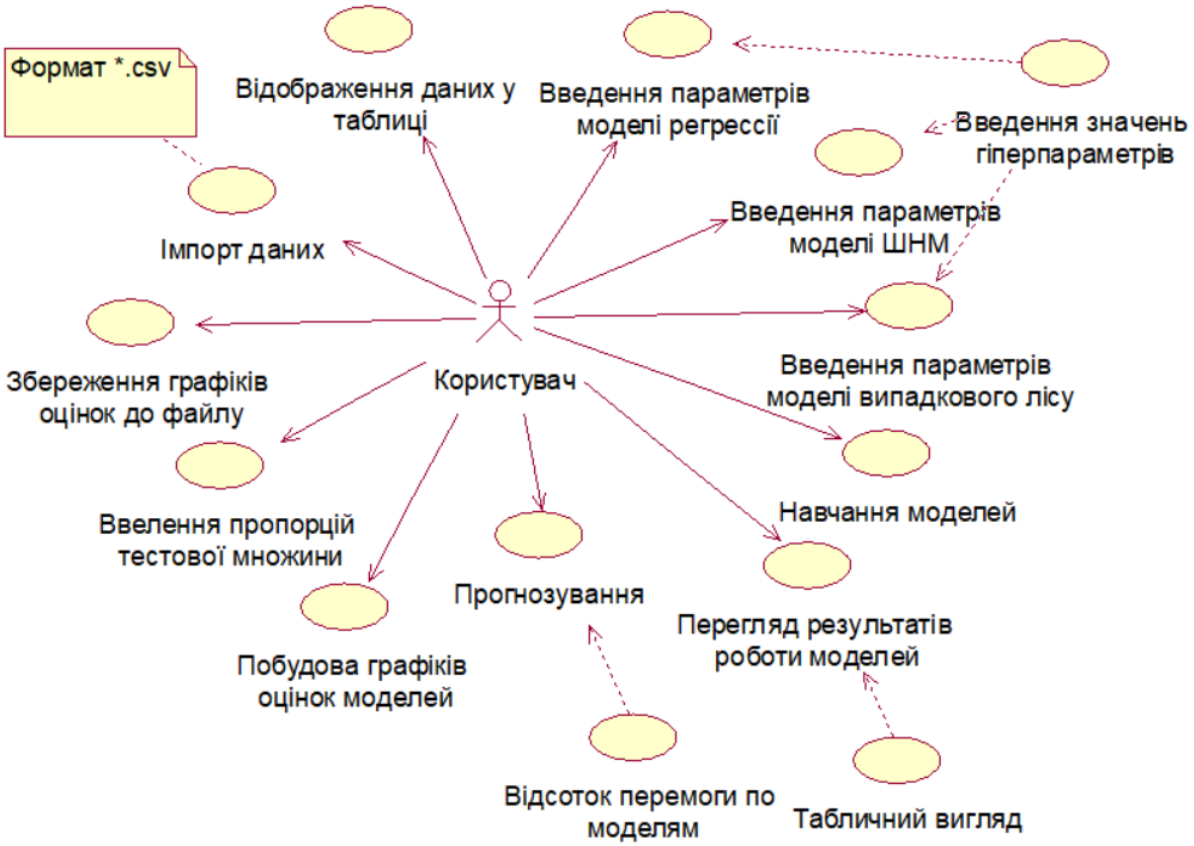


Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання системи

Після запуску програми користувач повинен виконати процедуру імпорту даних, на базі чого буде здійснено завантаження даних у додатки.

Після цього дані будуть відображені в таблиці і наступним кроком буде вибір потрібних моделей для їх створення, а також вказівки пропорції тестової вибірки по відношенню до загальної записів в імпортованому наборі даних.

Після вказівки необхідних гіперпараметрів за кожною з вибраних моделей здійснюється вибір функції експорту графіків у вигляді окремих файлів у форматі *.png і запуск процесу навчання моделей.

Результати навчання логуються у консоль. Після інформування про результати завершення процесу навчання здійснюється оцінка точності моделі та перегляд графіків, що відображають помилки в точності.

На базі побудованих моделей проводиться прогнозування шляхом введення необхідних даних за ознаками та виведення отриманих результатів прогнозування у вигляді абсолютної величини (у відсотках). Після цього здійснюється вихід із програми або зміна параметрів для повторної побудови моделей.

Висновки. Розроблений проект програмного застосування може бути застосований для подальшої програмної імплементації та використання з метою дослідження різних типів моделей машинного навчання при вирішенні завдань прогнозування даних.

Список використаної літератури

[1] Лааксонен А. Олімпіадне програмування /А. Лааксонен. - К.: Ранок, 2018. - 300 с.

[2] Любімова Т.В. Вирішення задачі прогнозування за допомогою нейронних мереж / Т.В. Любімова, А.В. Горєлова // Інноваційна наука. – 2015. – №5. - С. 39-43.

[3] Голенков В.В. Традиційні та інтелектуальні інформаційні технології / В.В. Голенків. - Д. Імко-пресс, 2016. - 64 с.

УДК 004

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ ПЕРВИННОЇ ДІАГНОСТІКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Добров Р.М., Полєтаєв М.І. (mr.dobrov@gmail.com, poletaevmikola@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

У тезах доповіді розглянуто впровадження спеціалізованих програмних та математичних алгоритмів оптимізує роботу технічних систем, дозволяючи виявляти найоптимальніші умови функціонування. Автоматизовані системи первинної діагностики спроможні аналізувати великі обсяги даних та розв'язувати проблеми в реальному часі, підвищуючи продуктивність робочих процесів і мінімізуючи витрати. Один з математичних алгоритмів, який широко використовується в системах первинної діагностики з використанням інформаційних технологій, - алгоритм аналізу зсуву кореляції.

У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, важливість інноваційних підходів у діагностиці технічних систем надзвичайно велика. Інформаційні технології виграють ключову роль у впровадженні систем першинної діагностики, що відіграє надзвичайно важливу роль у підтримці надійності, безпеки та ефективності технічних систем. Завдяки сучасним інформаційним технологіям, системи первинної діагностики можуть проводити аналіз величезних обсягів даних у реальному часі. Це дозволяє швидше та точніше виявляти проблеми та вирішувати їх перед виникненням серйозних неполадок, зменшуючи час простою та витрати на ремонт.

Запровадження спеціалізованих програмних та математичних алгоритмів дозволить оптимізувати роботу технічних систем, виявляючи найоптимальніші умови функціонування. Автоматизовані системи первинної діагностики можуть аналізувати величезний обсяг даних та вирішувати проблеми в реальному часі, що підвищує продуктивність робочих процесів як людей так і діагностики, а також мінімізує фінансові витрати витрати.

Одним із математичних алгоритмів, який часто застосовується в системах первинної діагностики технічних систем з використанням інформаційних технологій, є алгоритм аналізу зсуву кореляції (Cross-Correlation). Цей алгоритм дозволяє виявляти аномалії та аберації у великих потоках даних, порівнюючи спостережені сигнали з відомими шаблонами або нормами. Він широко використовується для моніторингу роботи обладнання та систем, а також для виявлення аномалій.

Основні переваги алгоритму аналізу зсуву кореляції включають:

– Висока чутливість до аномалій: Алгоритм дозволяє виявляти навіть дрібні зміни у сигналах, що може бути корисним для попередження відмов.

– Можливість роботи в реальному часі: Він може бути використаний для моніторингу та діагностики в реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на аномальні події.

– Відсутність необхідності в заздалегідь зібраних даних: Алгоритм може аналізувати дані в режимі реального часу, без необхідності попередньої обробки або зберігання великих обсягів даних.

– Застосування в різних галузях: Алгоритм може бути використаний у багатьох галузях, включаючи виробництво, медицину, транспорт і багато інших.

Інформаційні технології дозволяють виявляти проблеми та прогнозувати витрати на ремонт ще до виникнення серйозних дефектів. Це дозволяє компаніям планувати обслуговування та заміни деталей заздалегідь, зменшуючи несподівані витрати та час простою.

Список використаної літератури

1. M. A. Mahmoud, and Ahmed Nabih Zaki Rashed, “Hybrid NRZ/RZ line coding scheme based hybrid FSO/FO dual,” Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer, vol. 22, no. 2, May 2021. – p. 866-873

2. L. Vokorokos, S. Marchevský, A. Ivchenko, E. Palahina, and V. Palahin, “Parameters Estimation of Correlated non-Gaussian processes by the Method of Polynomial Maximization.,” Submitted to IET Signal Processing, vol. 11, issue 3, May 2017. – p. 313-319.

УДК 004.555

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Дуньска Т.Ю (tdynckaya@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Для розробників мобільних додатків ефективне тестування є важливою частиною процесу розробки. За допомогою функціонального тестування перевіряється, чи працює додаток вірно і чи відповідає він заданим вимогам. У процесі функціонального тестування перевіряються різні аспекти додатку, такі як його інтерфейс, функціональність та взаємодія з користувачем.

У цій доповіді розглянуто питання дослідження ефективності автоматизованої системи функціонального тестування мобільних додатків. Сучасні мобільні додатки є невід'ємною частиною нашого життя. Вони використовуються для комунікації, розваг, роботи та багатьох інших цілей [1]. За останні десятиліття мобільні додатки стали важливим інструментом в індустрії програмного забезпечення, і їхня якість має величезне значення. Саме тому функціональне тестування мобільних додатків стало ключовою складовою процесу розробки та підтримки мобільних додатків.

Тестування мобільних додатків є необхідним процесом з кількома важливими цілями [2]:

- ***Перевірка функціональності:*** тестування дозволяє переконатися, що мобільний додаток виконує свої функції без помилок та забезпечує очікувану функціональність. Це включає перевірку роботи різних функцій, взаємодії з користувачем, обробки даних та забезпечення правильного виконання завдань.
- ***Забезпечення якості:*** тестування допомагає виявляти та усувати дефекти та помилки в мобільних додатках. Це дозволяє забезпечити високу якість продукту та запобігти негативним наслідкам, таким як некоректна робота, збої або втрата даних.
- ***Сумісність з платформами та пристроями***: тестування дозволяє перевірити, чи працює мобільний додаток на різних операційних системах, версіях та розмірах екранів, а також взаємодіє з різними пристроями. Це важливо з урахуванням широкого розповсюдження різних мобільних пристроїв.
- ***Виявлення помилок перед випуском***: тестування дозволяє виявити та усунути помилки та дефекти в мобільному додатку перед його випуском на ринок. Це допомагає забезпечити задоволення користувачів, підвищення репутації компанії та запобігання негативним наслідкам, пов'язаним з недоліками додатка.
- ***Оптимізація продуктивності***: тестування дозволяє оцінити продуктивність мобільного додатка, таку як швидкодія, відгук на дії користувача, використання ресурсів пристрою (батарея, пам'ять тощо). Це допомагає виявити можливі проблеми та покращити продуктивність додатка.

Сьогодні у будь-якій ІТ-фірмі є посади тестувальників, обов'язок яких – перевіряти створені програмні продукти на надійність, довговічність, відповідність до завдання тощо. Однак автоматизоване тестування додатків має безліч переваг [3]:

- ***Ефективність:*** автоматизовані тести можуть бути виконані швидше та більш ефективно, порівняно з ручним тестуванням. Вони виконуються без залучення людських ресурсів і можуть працювати неперервно, що дозволяє зекономити час та зусилля.
- ***Повторюваність***: автоматизовані тести можуть бути легко повторені для кожного нового випуску мобільного додатка або після внесення змін. Це дозволяє відстежувати стабільність та якість додатка протягом часу.
- ***Широкий охоплення тестування***: автоматизовані тести можуть охоплювати велику кількість сценаріїв тестування та варіацій у використанні додатка. Вони можуть виконувати багатофункціональне тестування, тестування інтеграції, тестування взаємодії з базою даних та інші види тестування.
- ***Точність та надійність***: автоматизовані тести виконуються з високою точністю та надійністю, оскільки вони підпорядковуються певним сценаріям тестування та не піддаються людським

помилкам. Це дозволяє виявити більше дефектів та забезпечити більш точне тестування функціональності додатка.

- ***Скалкювання***: автоматизовані тести можуть бути легко масштабовані для виконання на різних пристроях та платформах. Вони можуть бути запущені паралельно на різних пристроях, що дозволяє прискорити процес тестування та забезпечити покриття для більш широкого спектру пристроїв та конфігурацій.
- ***Економія ресурсів***: автоматизовані тести дозволяють залучити менше людських ресурсів до процесу тестування. Це може знизити витрати на персонал та забезпечити ефективне використання ресурсів компанії.

Автоматизовані системи тестування стали частиною функціонального тестування мобільних додатків. Вони дозволяють виконувати тести швидко та ефективно, забезпечуючи велику кількість повторних тестів без значних витрат на ресурси та час. Автоматизоване тестування також зменшує ризик людських помилок та підвищує стабільність додатку.

Автоматизовані системи функціонального тестування дозволяють виконувати швидке та повторюване тестування функціональності мобільних додатків. Вони забезпечують можливість автоматичного виконання сценаріїв тестування, перевірку правильності роботи функцій та виявлення помилок. Це дозволяє зекономити час та зусилля, які раніше були потрібні для ручного тестування.

Однак, для досягнення максимальної ефективності автоматизованої системи функціонального тестування мобільних додатків необхідно враховувати кілька аспектів. По-перше, вибір правильного інструменту для автоматизації тестування є критичним. Інструмент повинен бути сумісний з мобільними платформами та дозволяти ефективно виконувати тестові сценарії. По-друге, розробка розширених тестових наборів та скриптів є важливою складовою автоматизованої системи тестування. Це дозволяє виявляти більш широкий спектр дефектів і забезпечує більш точне та комплексне тестування функціональності додатків. По-третє, важливо враховувати специфіку мобільних додатків, такі як різні версії операційних систем, розміри екранів та можливість взаємодії з різними пристроями. Автоматизована система тестування повинна бути гнучкою та адаптованою до таких вимог.

Враховуючи ці аспекти, дослідження ефективності автоматизованої системи функціонального тестування мобільних додатків може допомогти виявити й усунути дефекти перед випуском додатків на ринок, забезпечуючи високу якість та задоволення користувачів. Такі дослідження сприяють покращенню процесів розробки мобільних додатків та забезпечують їх успішну експлуатацію.

Список використанної літератури

[1]. Тестування мобільних додатків – що це таке, типи, процеси, підходи, інструменти та інше. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.zaptest.com/uk/%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D1%96%D0%B2-%D1%89%D0%BE-%D1%86%D0%B5-%D1%82

[2]. Основні етапи тестування мобільних додатків. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://itvdn.com/ua/blog/article/mob-test-blog

[3]. Особливості тестування мобільних додатків. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://avada-media.ua/ua/services/osobennosti-testirovaniya-mobilnykh-prilozheniy/

УДК 004.451

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ СТВОРЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ

Євтух А.О., Манікаєва О.С.
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

Анотація. Роботу присвячено розробці та дослідженню методики створення рекомендаційної системи, яка допоможе студентам та викладачам організувати процес вивчення найпопулярніших об'єктно-орієнтованих мов програмування.

Ключові слова: рекомендаційна система, колаборативна фільтрація.

Вступ. Інформаційні технології дедалі більше проникають у різні сфери нашого життя, і програмування стає ключовою навичкою у світі. Навчання основам програмування, особливо об'єктно-орієнтованому програмуванню, має важливе значення, що дозволяє студентам освоїти навички, необхідні для розробки інноваційних програмних рішень [1]. Відповідно, зростає потреба в ефективних та інноваційних методах організації навчального процесу з вивчення ООП.

Рекомендаційна система пропонує інноваційний підхід до організації навчального процесу вивчення ООП. Вона забезпечує доступ студентів до інтерактивних навчальних матеріалів, практичних завдань та зворотного зв'язку.

Мета роботи. Дослідити та розробити методику створення рекомендаційної системи для організації процесу вивчення об'єктно-орієнтованих мов програмування.

Основна частина роботи. Сфера освіти та самонавчання в рамках інформаційних систем набуває все більшого значення, у зв'язку з більш легким доступом до різноманітних джерел інформації, що викликало попит на спеціалістів саме в IT-сфері. Виникає необхідність у інформаційній системі, пристосованій спеціально для організації навчального процесу з вивчення основ об'єктно-орієнтованого підходу у програмуванні на основі методу фільтрації рекомендацій. Системи, які можуть передбачити потенційно цікаві для користувача об'єкти на основі деякої інформації про користувача та відфільтрувати їх називають рекомендаційними системами.

Рекомендаційні системи використовуються у найрізноманітніших областях і найчастіше вважаються генераторами списків відтворення для відео- і музичних сервісів, таких як Netflix, YouTube і Spotify, рекомендаторами продуктів для сервісів, таких як Amazon, або рекоменаторами контенту для платформ соціальних мереж, таких як Facebook і Twitter.

Загалом, існує два основних види рекомендаційних систем:

1) Найпопулярніший вид рекомендаційної системи називається колаборативною фільтрацією (*collaborative filtering*). Вона забезпечує рекомендації контенту на основі оцінок інших користувачів. Спочатку система визначає, що відомо про користувача, потім знаходить тих користувачів, які мають схожі інтереси для обчислення прогнозу. В результаті система підбирає набір рекомендацій для конкретного користувача і сортує їх на підставі даних про відвідуваність сторінок або розділів сайту.

2) Метод контентної фільтрації (*content-based filtering*) полягає у вивченні системою деяких параметрів контенту і користувача. Система співставляє користувачів з тим контентом або товарами, які їм подобалися або були ними куплені. Тут важливі атрибути користувачів і продуктів.

Розглянемо способи реалізації різних видів фільтрації:

1) Метод колаборативної фільтрації на основі схожості користувачів:

1. Обчислити множину коефіцієнтів подоби даного користувача з усіма іншими користувачами:

$$K_i = \{k_{i,1}, k_{i,2}, \dots, k_{i,j}\},$$

де $k_{i,j}$ - коефіцієнт подоби між i-тим та j-тим користувачами.

2. Ранжувати користувачів відносно і-того користувача за ступенем подоби на нього. Обрати TopN найбільш схожих на нього користувачів.

3. Обчислити для об'єктів системи, які ще не переглядав (не оцінював) і-тий користувач, зважену суму оцінок інших користувачів:

$$S_{i,q} = \sum_{j=1}^{n} r_{q,j} * k_{i,j},$$

де $r_{q,j}$ - оцінка q-того об'єкту, поставлена j-тим користувачем; n – довжина списку TopN схожих на і-того користувача користувачів.

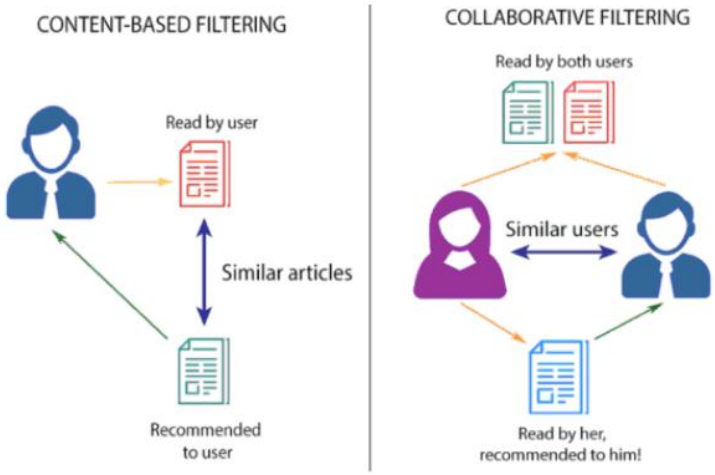


Рисунок 1 - Схема контентної та колаборативної фільтрації

4. Розділити кожну зважену суму на суму коефіцієнтів подоби всіх користувачів, що ставили оцінки відповідному об'єкту, щоб об'єкти, що отримали більше оцінок не одержали перевагу:

$$\tilde{r}_{i,q} = \bar{r}_i + \frac{\sum_{j=1}^{n} (r_{j,q} - \bar{r}_j) * k_{i,j}}{\sum_{j=1}^{n} |k_{i,j}|},$$

де $\bar{r}_i$ – середня оцінка і-того користувача; $\bar{r}_j$ – середня оцінка j-того користувача.

2) Метод колаборативної фільтрації на основі схожості об'єктів:

Основна ідея даних методів полягає у тому, щоб для кожного об'єкту заздалегідь визначити множину схожих на нього об'єктів. Тоді для формування рекомендацій певному користувачу достатньо буде знайти ті об'єкти, яким він поставив найбільші оцінки, та створити зважений список N об'єктів, максимально схожих на них.

Для прогнозування оцінки на основі даного підходу треба знайти зважене середнє для оцінених користувачем об'єктів:

$$\tilde{r}_{i,q} = \bar{r}_i + \frac{\sum_{p=1}^{n} (r_{j,p} - \bar{r}_i) * k_{q,p}}{\sum_{p=1}^{n} |k_{q,p}|},$$

де $k_{q,p}$ – коефіцієнт кореляції між q-тим об'єктом та p-тим об'єктом; n – довжина списку схожих на q-тий об'єкт об'єктів.

Розглянемо способи реалізації колаборативної фільтраці:

3) Класифікатори на основі Байєсівських мереж в рамках контентної фільтрації

Для знаходження найбільш ймовірної категорії необхідно обчислити умовні ймовірності приналежності будь-якого об'єкту до кожної категорії і вибрати ту, яка має найбільшу ймовірність:

$$\Pr(C|O) = \frac{\Pr(O|C) * \Pr(C)}{\Pr(O)}, \qquad \Pr(O|C) = \prod_{i=1}^{n} \Pr(W_i|C),$$

де O – об'єкт; C – категорія; W – ознака; n – кількість ознак; Pr(C) – повна ймовірність того, що випадково обраний об'єкт потрапляє у категорію C; Pr(O) – повна ймовірність появи

об’єкту O; $Pr(W_i|C)$ – умовна ймовірність того, що ознака Wi наявне в описі об’єкту O, якщо об’єкт O відноситься до категорії C.

На даний момент існує невелика різноманітність справді хороших сервісів для інтерактивного навчання основ об'єктно-орієнтованого підходу у програмуванні. Це системи - «Udemy», «LemonSchool», «Coursera». «Udemy» використовує рекомендаційну систему для пропозицій курсів користувачам на основі їхніх інтересів та попередньої взаємодії з платформою інших користувачів. Ця колаборативна фільтрація створити персоналізовані рекомендації, враховуючи уподобання користувачів. «LemonSchool» - це сервіс, який пропонує рекомендаційну систему для курсів з програмування. Одним з ключових компонентів «LemonSchool» є колаборативна фільтрація на основі схожості користувачів. Це означає, що система аналізує взаємодію користувачів з курсами та використовує ці дані для знаходження схожих користувачів. «Coursera» - це відомий сервіс, який пропонує рекомендаційну систему для курсів з програмування та інших галузей. Одним з важливих аспектів рекомендаційної системи «Coursera» є використання контентної фільтрації з використанням класифікаторів на основі нейронних мереж.

Висновки. У цій статті було досліджено різні типи фільтрації в рамках рекомендаційної системи, а також проаналізовані приклади ресурсів, які використовують ті або інші типи фільтрації при створенні рекомендацій. Для майбутньої роботи було обрана рекомендаційна система на основі колаборативної фільтрації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jannach D., Zanker M., Felfernig A., Friedrich G. Recommender Systems: An Introduction. Cambridge University Press (дата звернення: 10.08.2023).
2. P. Lops, M. Gemmis, G. Semeraro Recommender Systems Handbook Springer-Verlag, 2011. (дата звернення: 10.08.2023).
3. Introduction to recommender systems [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://towardsdatascience.com/introduction-to-recommender-systems6c66cf15ada (дата звернення: 10.08.2023).
4. Recommender Systems in Practice [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://towardsdatascience.com/recommender-systems-in-practicecef9033bb23a (дата звернення: 12.08.2023).
5. Кутянін А. Р. Рекомендаційні системи: огляд основних постановок та результатів. Інтелектуальні системи. Теорія та додатки. Том 21. Вип. 4, 2017. – С. 18–30. (дата звернення: 12.08.2023).
6. S., Berkovsky, I., Cantador, Domonkos T. Collaborative Recommendations: Algorithms, Practical Challenges and Applications. World Scientific Publishing Co, 2019 (дата звернення: 16.08.2023).

УДК: 004.896

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРВІСУ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ АКТИВІВ

Козолуп П.Д. (pavlo.kozolup@student.sumdu.edu.ua)
Сумський державний університет (Україна)

В тезах розглядається алгоритм розрахунку часу, необхідного для виконання одиниці товару. Актуальність використання такого алгоритму в практиці досліджується з використанням програмного додатку. В роботі розглядаються вимоги до алгоритму, проектування структури даних, оновлення даних та інтеграція алгоритму в програмний додаток. Крім того, надається висновок про практичну користь використання такого алгоритму.

Актуальність розробки інформаційного сервісу пов’язана з необхідністю оптимізувати витрати та зменшити час, які користувачі витрачають на пошук та закупівлю необхідних товарів. Планується створення алгоритму для розрахунку часу який потрібен для використання одиниці

товару для окремого користувача з урахуванням його потреб. Пропонуємий алгоритм повинен автоматизувати ці процеси, вивільнити час для користувачів та заощадити кошти.

Постановка задачі та інформаційний огляд виконано в роботі «Огляд методів та інструментів для розробки інформаційного сервісу обліку особистих активів» [1].

Розробка алгоритму є ключовою складовою забезпечення функціонування програмного додатку для сервісу обліку особистих активів. Алгоритм забезпечує розрахунок часу, який потрібен для підтримки в належному стані запасів користувача, веде облік персональних товарів, дозволяє зменшити час на пошук та створення замовлень в інтернет магазинах.

Основні етапи розробки алгоритму для системи обліку персональних активів можуть включати наступне:

***Визначення вимог*:** Перший крок - це визначення вимог до системи обліку. Це включає ідентифікацію видів активів та визначення обов'язкової інформації, що має бути збереженою для кожного активу.

***Проектування структури даних*:** Слід створити структуру даних для збереження інформації про активи. Для цього пропонується створити базу даних на основі Postgre SQL. Модель об’єктно-орієнтованої бази даних буде використовувати технологію програмування ORM. Object-Relational Mapping) для спрощення взаємодії між об'єктно-орієнтованим програмним кодом і реляційними базами даних. Основна ідея ORM полягає в тому, щоб відобразити структуру даних в базі даних на об'єкти програмного коду і надати розробникам зручний спосіб отримувати доступ до цих даних, не вдаючись до прямих SQL-запитів.

***Розробка алгоритму додавання активів*:** Алгоритму для додавання нових активів до системи повинен перевіряти правильність даних, вираховувати час наступної закупки окремого типу товару на основі вже існуючих даних, та мати можливість використовувати нові дані.

Процес роботи алгоритму оформлений у вигляді такої послідовності дій:

Базовий алгоритм розрахунку використання товару:

1) Автоматичний запуск крон-процесу кожні 24 години. Таким чином буде вираховуватись інтервал. Як приклад: якщо мусорні пакети використовуються за 24 дні, то після запуску крон-процесу буде відрахований один день.
2) Вибір всіх товарів що є в наявності у коритсувача.
3) Перевірка кількості обраного товару:

- Якщо кількість товару дорівнює нулю і кількість днів відповідно до заданого інтервалу дорівнює кількості днів, яка зазвичай потрібна на доставку, то товар додається до кошика, та відображається як такий що закінчився. Як приклад: мусорні пакети закінчаться через 7 днів, доставка іх кліенту займає теж 6 днів. Тоді алгоритм пропонує замовити товар, щоб користувач не мав перебою з товаром.
- Якщо кількість товару більше нуля і інтервал дорівнює нулю, то від кількості товару віднімається одна одиниця, і інтервал встановлюється відповідно до останнього замовлення. У цьому випадку таблиця замовлень міститиме стовпець для нового інтервалу, який буде заповнюватися при отриманні товару.

Базовий алгоритм розрахунку після отримання товару:

1) Аналізується історія закупок та історія інтервалів.
2) Обчислюється середнє значення інтервалу за простою формулою:

[Interval = сума(X) / сума(Y)]

де X - сума інтервалів, Y - сума записів в базі даних.

3) Заповнюються значення кількості товару та встановлюється нова кількість.
4) Встановлюється значення нового інтервалу для таблиці замовлень та складу.

***Оновлення*:** Створення алгоритму для оновлення інформації про активи з системи. Алгоритм буде розраховувати час який залишився для створення нового замовлення для активу.

***Забезпечення безпеки*:** Важливо включити заходи безпеки для захисту конфіденційної інформації про активи, такі як контроль доступу, авторизація використання протоколу https та інше.

***Тестування та валідація*:** Після розробки алгоритму важливо провести тестування, щоб переконатися, що він працює належним чином і відповідає вимогам користувачів.

***Впровадження та навчання*:** Після успішного проходження тестування систему можна впровадити в роботу, що відкриває можливість використовувати її на практиці. Перед початком

процесу навчання необхідно визначити оптимальні методи та стратегії, які допоможуть підвищити ефективність системи. Для розробки алгоритму буде використаний метод сценарійного моделювання при прийнятті рішень. Метод сценаріїв (сценарійне моделювання) є підходом до прийняття рішень та аналізу, який використовується в різних сферах, включаючи програмування. Цей метод полягає в розгляді різних можливих сценаріїв або послідовностей подій, які можуть відбутися в майбутньому, і прийнятті рішень на основі цих сценаріїв. Метод описано в роботі «Scenario Planning: Learning to See the Future»[2]

Створення алгоритму для інформаційної системи обліку персональних активів в результаті дозволяє досягти точності та надійності в обліку активів, що в свою чергу сприяє ефективному управлінню фінансами та ресурсами користувачів, зекономити їх час та кошти.

Список використаної літератури

1) P. D. Kozolup and V. O. Liubchak, "Огляд методів та інструментів для розробки інформаційного сервісу обліку особистих активів," Інформаційні технології та суспільство, no. 3(9), 2023.
2) A. Van der Heijden, "Scenario Planning: Learning to See the Future," Oxford University Press, 2002.

УДК 004.42

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ РОБОТИ З ОСОБИСТОЮ БІБЛІОТЕКОЮ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Комлева Н. О., Бєлєй Д. С. (komleva@op.edu.ua, darina.beley@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В тезах розглядаються основні переваги та принципи зручності використання програмної системи для роботи з особистою бібліотекою навчальних матеріалів. Розглянуто актуальність використання систем для підтримки навчання в освіті і їхня роль у розвитку сучасного освітнього процесу. Наведено функціонал системи у вигляді діаграми варіантів використання. Розроблено структуру бази даних. Показано, що за результатами експериментального тестування використання системи підвищує зручність користування навчальними матеріалами на 35%.

Вступ. Освіта та професійний розвиток включають постійне покращення та оновлення знань та навичок у відповідності зі змінами в технологіях, трендах та потребах ринку праці. Навчальні матеріали надають доступ до актуальної інформації, експертного знання та досвіду в професійній сфері, що дозволяє удосконалювати навички та досягати професійних цілей. Опанування нових знань і технологій допомагає бути конкурентоспроможним на ринку праці та знаходити нові можливості для кар'єрного зростання.

Метою роботи є підвищення зручності використання набору навчальних матеріалів шляхом систематизації їх до особистої бібліотеки та створення програмної системи, яка надає багатофункціональні інструменти для користування бібліотекою.

Основна частина.

Системи для підтримки навчання забезпечують унікальну можливість структурованого та індивідуалізованого навчання, що сприяє оптимальному освоєнню знань та навичок [1]. Їх роль у розвитку сучасної освіти надзвичайно важлива, оскільки вони дозволяють навчатися в будь-який час та в будь-якому місці, надаючи можливість навчання в режимі онлайн або дистанційно [2].

Принципи роботи з особистою бібліотекою навчальних матеріалів базуються на ефективному та зручному зберіганні, організації та доступі до навчальних ресурсів.

Основні принципи включають:

1) Забезпечення зручного місця для зберігання навчальних матеріалів. Користувач повинен мати можливість завантажувати, імпортувати або створювати нові ресурси та легко організовувати їх у теки або категорії;
2) Особиста бібліотека може дозволяти спільний доступ до матеріалів з іншими користувачами, наприклад, студентами або колегами. Це дозволяє співпрацювати над проектами, обмінюватись

ідеями та коментарями;
3) Ієрархічна система категорій та міток може допомогти організувати навчальні матеріали за темами, дисциплінами, рівнем складності тощо. Це дозволяє швидко знаходити потрібні ресурси;
4) Ефективний пошуковий інструмент дозволяє користувачам швидко знаходити необхідні матеріали за ключовими словами, авторами, датою тощо. Це дозволяє швидко знаходити потрібні ресурси;
5) Оскільки бібліотека може зберігатись у хмарі або на серверах, важливо мати можливість синхронізувати та отримувати доступ до матеріалів з різних пристроїв – комп'ютерів, смартфонів, планшетів;
6) Особиста бібліотека повинна забезпечувати захист від несанкціонованого доступу та надання додаткових можливостей для забезпечення конфіденційності користувача;
7) Інтеграція з іншими навчальними платформами, системами зберігання або додатками може розширити можливості бібліотеки та полегшити обмін даними.

Програмну систему розроблено з використанням об'єктно-орієнтованого підходу, який сприяє більш ясному та структурованому проектуванню системи, оскільки реальні об'єкти та їх взаємодія стають основною частиною архітектури програми [3, 4].

На рис. 1 наведений функціонал системи у вигляді діаграми варіантів використання.

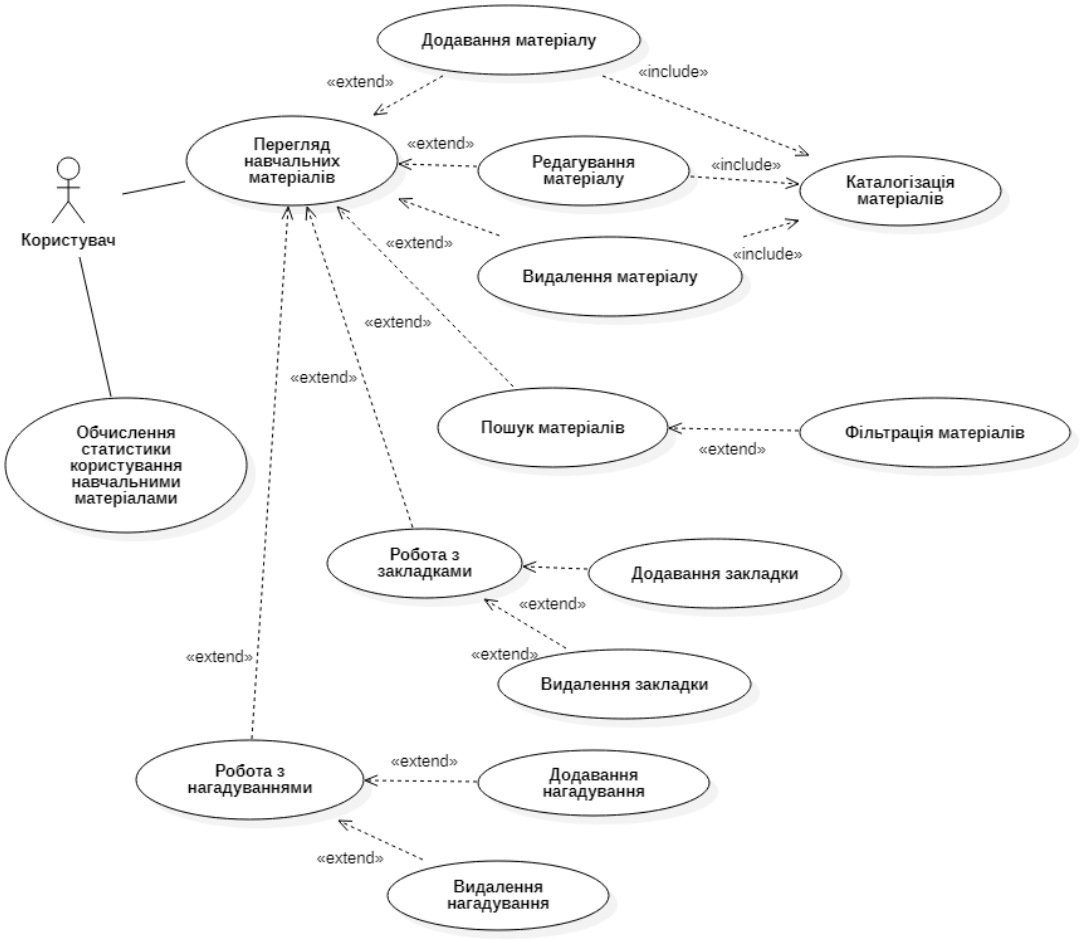


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання системи для роботи з бібліотекою навчальних матеріалів

Всі дані про навчальні матеріали бібліотеки зберігаються у реляційній базі даних (рис. 2).

Для перевірки досягнення мети роботи було проведено експериментальне тестування розробленої системи. В експериментів були задіяні 10 учасників, що користувались розробленою системою, та 9 учасників, які не користувались нею. За результатами тестування, використання програми дозволило підвищити зручність користування навчальними матеріалами на 35%.

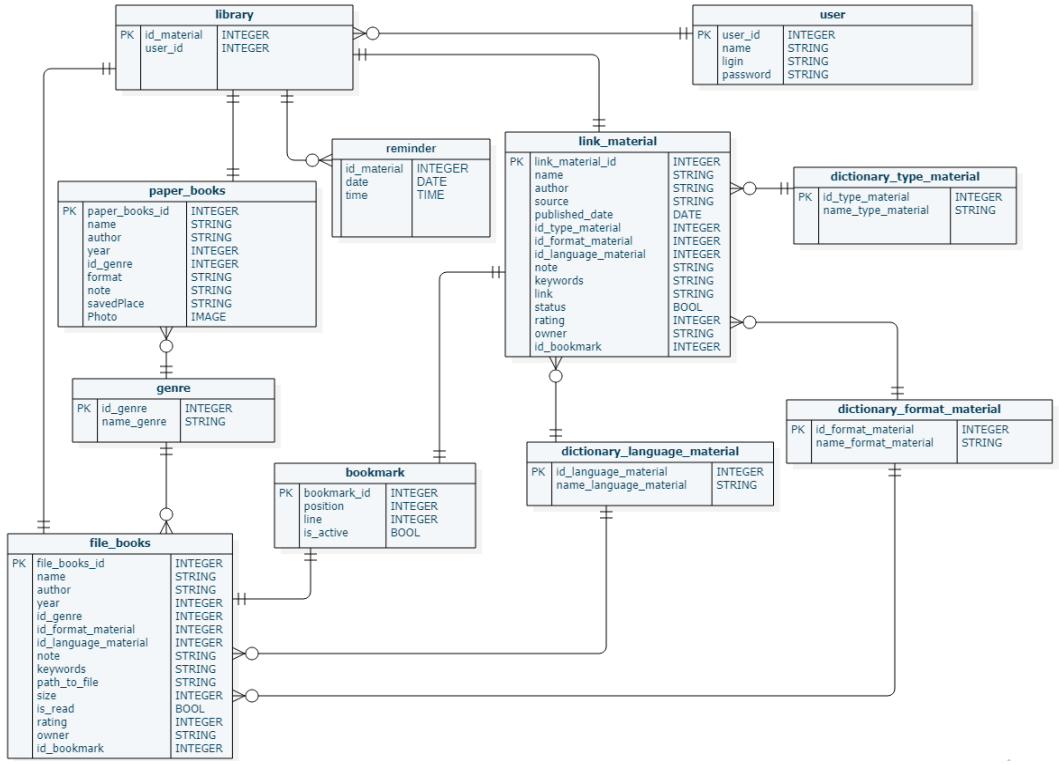


Рисунок 2 – Структура бази даних програмної системи

Висновки.

У роботі розроблено програмну системи для роботи з особистою бібліотекою навчальних матеріалів. Використання системи дозволило підвищити зручність роботи з навчальними матеріалами для звичайного користувача.

Методи розробки базуються на мові програмування JavaScript, мовах розмітки та стилів HTML/CSS, фреймворку Vue.js для розробки інтерфейсів, Node.js як середовищі виконання JavaScript на сервері, реляційній СУБД MySQL для збереження та управління даними програмної системи.

Список літератури

[1] Komleva N., Liubchenko V., Zinovatna S., Kobets V. Decision support system for quality management in learning process. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2711. Pp. 430–442.

[2] Komleva N., Liubchenko V., Zinovatna S. Improvement of teaching quality in the view of a resource-based approach. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2740. Pp. 262–277.

[3] Kungurtsev O. B., Novikova N. O., Zinovatna S. L., Komleva N. O. “Automated object-oriented technology for software module development”. Applied 269 Aspects of Information Technology. Publ. Nauka i Tekhnika. Odessa: Ukraine. 2021; Vol. 4 No. 4: 338– 353. DOI: https://doi.org/10.15276/aait.04.2021.4

[4] Комлева Н.О., Шаповалов І.І. Програмний сервіс для аналізу ступеня задоволеності вакансіями // Advancing in research, practice and education. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Florence, Italy. 2022. Pp. 20-21 URL: https://isg-konf.com/advancing-in-research-practice-and-education-two/ Available at : DOI: 10.46299/ISG.2022.1.18

УДК 004.4

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ГЕНЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВИХ СТОРІНОК ДЛЯ ПРОСУВАННЯ ТОВАРІВ

Король В. В. (volodymyr01korol@gmail.com)
Національний університет “Одеська політехніка” (Україна)

В роботі розглядається програмна система генерування цільових сторінок для просування товарів, описуються значення та основні принципи такої системи, подається опис основних етапів генерування таких сторінок, наводяться приклади алгоритмів та моделей штучного інтелекту, що дозволяють досягти поставленої мети, висновок обґрунтовує її актуальність для сфери електронної комерції.

В умовах бурхливого розвитку сфери електронної комерції зростає значення цифрової реклами: одне з досліджень показує, що в 2019 році в США на цифрову рекламу було витрачено 12.5 мільярдів доларів США [1]. Одним з інструментів цифрової реклами є так звана цільова сторінка (*landing page*) – це веб-сторінка, на яку переходять користувачі, натиснувши оголошення і яка містить інформацію про товар та містить заклик до дії *(call to action)* – візуальний елемент, що дозволяє користувачу здійснити замовлення. Згідно з [2], 68% B2B компаній використовують цільові сторінки для створення отримання замовлень чи підвищення відвідуваності веб-сайтів. Різноманітні методики оптимізації цільових сторінок (*landing page optimization*) дозволяють значною мірою збільшити рівень користувацьких дій: наприклад, при збільшенні часу завантаження сторінки на 1 секунду рівень зроблених замовлень в середньому зменшується на 4% [3].

Оптимальним рішенням такої проблеми є створення програмної системи автоматичного генерування вже оптимізованих цільових сторінок на основі даних з під’єднаних маркетплейсів. Такий підхід також дозволяє оновлювати сторінки у разі зміни цільової аудиторії чи регіону. Система також може використовувати численні можливості штучного інтелекту: створення та переклад опису продукту за допомогою генеративних моделей, пошук релевантних відгуків на товар, генерація зображень та аватарів для сторінки. Ключовим показником успішності такої системи буде час генерації сторінки Тген, таким чином, маємо оптимізаційну задачу:

$$Тген = Твиб + Топис + Тфільтр + Тзобр + Топтим \ \ min,$$

де Твиб – час, витрачений на вибір шаблону, Топис – час, витрачений на фільтрацію відгуків, Тзобр– час, витрачений на генерацію зображень, Топтим – час, витрачений на оптимізацію згенерованої цільової сторінки.

Перейдемо до розгляду конкретних етапів. Що стосується генерації опису та інших текстів, то основним інструментом для цього є генеративні моделі, водночас, результат моделей загального призначення, таких як GPT-3, має свої обмеження. В такому випадку можна застосувати тонке налаштування *(fine-tuning)* – техніка передавального навчання (*transfer learning*), де вже навчена модель дотреновується специфічним для задачі набором даних. Як показують приклади в [4], такий підхід дає більш орієнтовані для продажу тексти, перспективним є підхід, наведений в [5] – застосування постобробки на результати єдиної доналаштованої моделі: для кожної категорії застосовується модель, заснована на правилах (*rule-based model*), яка перевіряє коректність згенерованого тексту відповідно до предметної області.

У виборі користувацьких відгуків в цьому контексті є фільтрування відгуків на основі загальних правил: відсіяти надто короткі відгуки, натомість залишити ті, що виражають особистий досвід користувача, відокремити з обраних відгуків інформацію, що не стосується власне товару [6], та виокремити найбільш позитивні за допомогою моделей аналізу тональності.

Останньою складовою процесу генерації після підстановки вхідних даних, отриманих текстів та зображень до шаблону є оптимізація цільової сторінки. Існують евристичні формули для оцінки ймовірності виконання користувачем очікуваних дій, такі як [7], які, однак, включають такі абстрактні категорії, як “ясність”, “мотивація” чи “тривожність”, які неможливо оцінити в

автоматичному режимі. Крім підходу на основі передзаданого набору правил, можна використати класифікаційну модель, навчену на відібраних прикладах вже оптимізованих сторінок.

Перейдемо до опису функціональності системи. Основні її компоненти зображені на рис. 1.

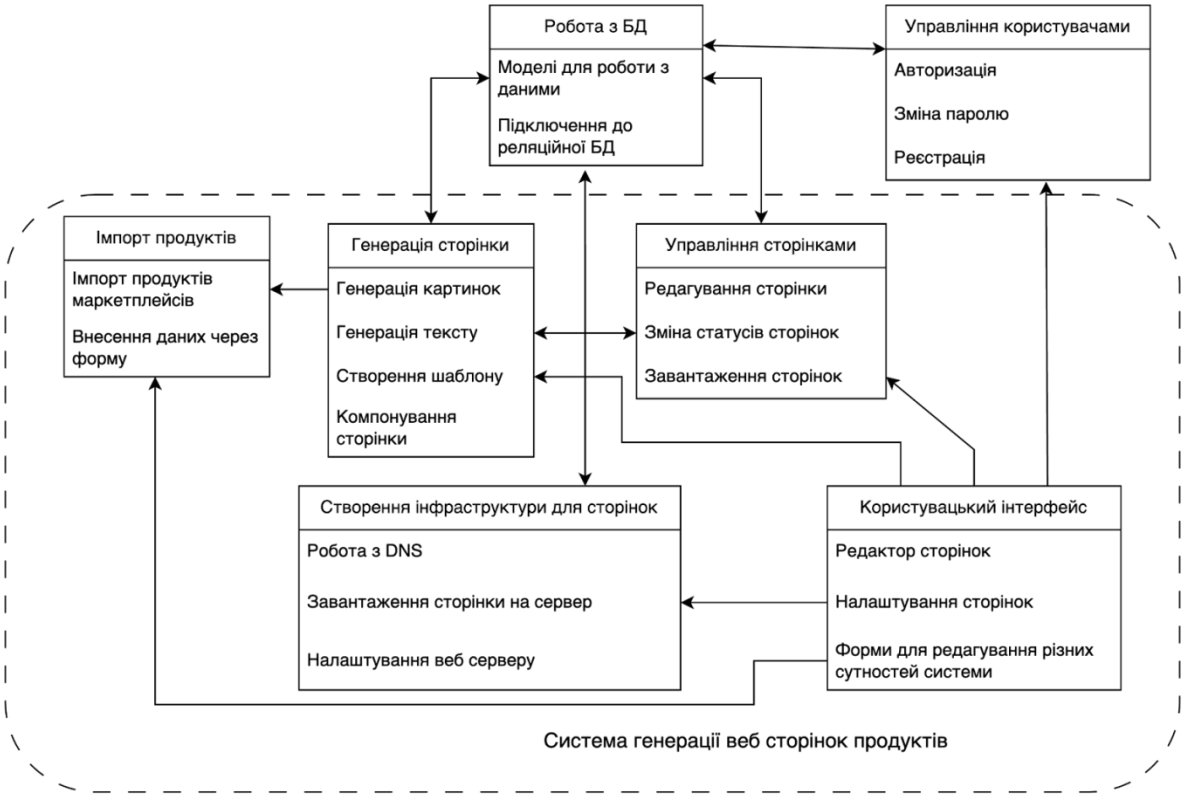


Рисунок 1 – Модульна діаграма системи

Окрім модулю генерації сторінок, функції якого були описані вище, також існує окремий модуль користувацького інтерфейсу, який надає редактор для внесення користувачем змін до вже згенерованої сторінки. Також, вже згенеровані сторінки, як основні сутності системи, можуть бути завантажені та збережені.

Окремий модуль виділено для роботи із вхідними даними – користувач має можливість має як імпортувати дані з підключеного до системи маркетплейсу (торговельного майданчика), так і ввести необхідні дані вручну. Останній модуль спеціального призначення – інфраструктурний, що налаштовує веб-сервер та завантажує туди обрану цільову сторінку.

Таким чином, користувачеві необхідно лише вибрати продукт на під’єднаному маркетплейсі або ввести необхідні дані (опис продукту, зображення, відгуки) у форму: після генерації оптимізованої сторінки користувач може відредагувати її, зберегти та одразу розгорнути на веб-сервері, щоб перейти до її просування засобами цифрового маркетингу. Можна стверджувати, що розглянута система скоротить час створення цільових сторінок за рахунок генерації її контенту та оптимізації, поєднуючи всі необхідні інструменти в рамках одного рішення, що має здешевити запуск рекламних кампаній.

Список використаної літератури

[1] Average monthly e-commerce website advertising spending worldwide between January 2019 and April 2020, Statista, 10.01.2023 [Online]. Available: https://www.statista.com/statistics/1148633/average-monthly-ecommerce-ad-spend-worldwide [Accessed: October 04, 2023].

[2] Landing Page Handbook, MarketingSherpa, 2008. [Online]. Available: https://content.marketingsherpa.com/heap/exs/LPHExcerpt_9418.pdf [Accessed: October 04, 2023].

[3] Site Speed is (Still) Impacting Your Conversion Rate, Portent, 20.04.2022 [Online]. Available: https://www.portent.com/blog/analytics/research-site-speed-hurting-everyones-revenue.htm [Accessed: October 04, 2023].

[4] E-Commerce Product Descriptions Using GPT-3: From Generation To Fine-Tuning, WordLift, 21.01.2022. [Online]. Available: https://wordlift.io/blog/en/gpt3-for-ecommerce [Accessed: October 04, 2023].
[5] Zhang, Xueying, et al. Automatic product copywriting for e-commerce. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Vol. 36. No. 11. 2022.
[6] Novgorodov, S., et al. Descriptions from the customers: comparative analysis of review-based product description generation methods. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)* 20.4 (2020): 1-31.
[7] Marketing Management: Can you create a marketing factory?, MarketingExperiments, 08.03.2013. [Online]. Available: https://marketingexperiments.com/conversion-marketing/patented-methodology-heuristic [Accessed: October 04, 2023].

УДК 004.588

ДОЦІЛЬНІСТЬ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ МІКРОСЕРВІСНИХ КОМПОНЕНТІВ

Котенко М.М., Янчук В.М., Вакалюк Т. А.
(micha.kotenko@gmail.com, yank@ztu.edu.ua, tetianavakaliuk@gmail.com)
Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

Розглядається еволюція програмної архітектури, що за останнє десятиліття відходить від традиційних монолітних структур до більш гнучких та масштабованих мікросервісів. Відзначено, що цей перехід, хоча і обіцяє численні переваги, також приносить ряд викликів, особливо через поверхневе розуміння та прийняття рішень без глибокого аналізу. Експерти та лідери галузі акцентують увагу на критичній важливості глибокого аналізу, стратегічного планування та ретельної підготовки перед впровадженням мікросервісів. Особлива увага приділяється відчутному дефіциту в наявних інструментах моделювання, емуляції та аналізу мікросервісних компонентів, що могло б забезпечити ефективніший процес розробки та впровадження.

Протягом останніх десяти років область програмного забезпечення зазнала істотних трансформацій. Традиційні монолітні архітектури, що колись домінували в численних проектах програмного забезпечення, активно відходять на другий план, поступаючись місцем мікросервісам. Архітектура мікросервісів, яка характеризується своїм децентралізованим і дрібнозернистим підходом, надає можливості забезпечення модульності, масштабованості та резилієнтності. Ця архітектурна концепція пропонує бізнесу здатність швидко адаптуватися до еволюційних ринкових потреб, що є ключовою конкурентною перевагою в сучасних динамічних цифрових умовах.

Однак, на додачу до зростаючої популярності мікросервісів, існує занепокоєння стосовно підготовленості та розуміння цієї складної парадигми. Розглядаючи діапазон підприємств, від великих технічних корпорацій до щойно створених, чимало з них активізували впровадження мікросервісної архітектури з очікуванням високої масштабованості та продуктивності. Втім, на практиці цей підхід може мати свої недоліки. Стикаючись з непередбачуваними викликами, компанії можуть втратити значний час та ресурси на етапі розробки. Більш того, деякі проблеми можуть з'явитися вже після запуску продукту, коли їх вирішення може виявитися більш вартісним і трудомістким.

Часто встановлюється, що причина таких проблем полягає у непродуманому, поверхневому підході до дизайну мікросервісів. Замість детального аналізу та довгострокового планування, підприємства поспішно приймають рішення, не звертаючи належної уваги на можливі ризики та проблеми. Кожен IT-продукт має свою унікальність, і незалежно від гнучкості мікросервісів, важливо не забувати про ретельну підготовку та аналіз. Економічні наслідки помилок чи непридатних рішень, виявлених на пізніх етапах розробки чи після впровадження, можуть бути суттєвими не лише з фінансової точки зору, але також у контексті витрат часу, ресурсів та впливу на бізнес-процеси.

Авторитетні фахівці у галузі програмного забезпечення, зокрема Мартін Фаулер, Джеймс Льюїс та Сем Ньюман, здійснили значний внесок у концептуалізацію мікросервісної архітектури. Їхні наукові роботи та директиви служать основою для численних проектів та ініціатив у цій галузі. Зокрема, Мартін Фаулер та Джеймс Льюїс розробили фундамент для аналізу принципів та методології мікросервісів, визначаючи їхні специфічні властивості та параметри [1]. Сем Ньюман, в контексті своєї діяльності, сконцентрувався на потенційних проблемах та викликах під час реалізації, пропонуючи методики для їх запобігання та нейтралізації [2, 3].

Кріс Річардсон здійснив вагомий внесок у аналіз та інтерпретацію комплексності мікросервісних систем, пропонуючи ряд ефективних патернів для їх проектування та розробки [4]. З іншого боку, Фредерік Брукс у своїх теоретичних роздумах досліджує глибокі аспекти програмної інженерії, підкреслюючи важливість планування та передбачення можливих викликів [5].

Цінне доповнення до цього списку дають академічні дослідники, такі як Індіка Перера, Андреас Касслер, Давіде Таїбі, Томас Черний та інші. Вони звертають увагу на застосування наукового підходу, інтегруючи математичні моделі та теоретичні засади в практичний процес розробки мікросервісів [6, 7].

Досліджуючи мікросервісні системи, необхідно акцентувати увагу на множині сучасних інструментів, спроектованих для інтеграції з існуючими мікросервісами. На сучасному ринку програмного забезпечення представлений широкий спектр інструментів, зокрема технології, такі як Docker, Kubernetes, Istio, Prometheus, що орієнтовані на моніторинг, керування, масштабування та оптимізацію готових мікросервісних систем. Втім, незважаючи на присутність цих інноваційних інструментів, існує потреба в спеціалізованому середовищі для моделювання, яке дозволяло б глибоко зануритися в процес створення мікросервісних систем, проводити емуляцію, аналітичний розбір та комплексну оцінку, на основі наявних теоретичних досліджень, практичних досвідів та наукових підходів, без необхідності прямого залучення до повномасштабного процесу розробки. Таке середовище стане вкрай корисним для науковців, інженерів та архітекторів, що прагнуть оптимізувати та вдосконалити свої мікросервісні системи.

Відсутність такого алгоритмічного інструментарію відображає не лише питання зручності, а також представляє суттєвий фактор обмеження ефективної діяльності. За відсутності зазначеного інструментального середовища організації на етапах планування міграції чи ініціації нової розробки можуть стикатися з викликами проектування без адекватної візуалізації та стратегічної концепції. Це призводить до ситуації, коли теоретичні знання про мікросервіси не завжди коректно перетворюються на практичні рішення. Середовище для моделювання, емуляції та аналітичного аналізу дозволить розробникам проводити всебічний аналіз системи ще до початку розробки конкретних мікросервісів.

В результаті аналізу виявлено, що інструмент, заснований на надійних алгоритмах та сучасних технологіях, має потенціал суттєво модифікувати початкові стадії розробки мікросервісних систем. Із здатністю до глибокого моделювання, реалістичної емуляції, діагностики потенційних проблем, а також з можливістю детального аналізу взаємодії між окремими сервісами, розробники можуть ефективніше планувати та оптимізувати свої системи. Це може сприяти оптимізації використання ресурсів, скороченню періоду впровадження нового продукту та підвищенню якості фінального рішення. Важливо підкреслити, що дане дослідження фокусується не лише на завданнях, пов'язаних з якістю програмного забезпечення, але також на інноваційних методах його проектування та впровадження.

Список використаної літератури

[1] "Microservices" [Online]. Available: https://martinfowler.com/articles/microservices.html.

[2] S. Newman, "Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems" 1st ed., O'Reilly Media, 2015, 278 с.

[3] S. Newman, "Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith" 1st ed., O'Reilly Media, 2019, 270 с.

[4] C. Richardson, "Microservices Patterns: With examples in Java", Manning, 2018, 520 с.

[5] F. Brooks, "The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering", Addison-Wesley Professional, 1995, 336 с.

[6] I. Perera, I. U. P. Gamage, "Using dependency graph and graph theory concepts to identify anti-patterns in a microservices system: A tool-based approach", Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), 2021, с. 699–704.
[7] T. Cerny, S. Kim, A. A. Maruf, K. Frajtak, P. Tisnovsky, D. Taibi, "Visualizing anti-patterns in microservices at runtime: A systematic mapping study", IEEE Access, Volume 11, 2023, с. 4434–4442.

УДК 658.14/.17

ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ФІНАНСОВИХ ВИТРАТ

Крікунов В.С., Шибаєва Н.О. (krikunov@gmail.com, nati.shibaeva@gmail.com)
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

У тезах розглянуто розробку системи оптимізації фінансових витрат яка може включати автоматизацію різних фінансових процесів, що спрощує бюджетування, контроль витрат і облік фінансів. Застосування динамічного фінансового аналізу є ключовим для ефективного управління фінансами, оцінюючи та прогнозуючи грошові потоки в майбутньому. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо витрат, інвестицій і фінансового планування.

Сучасна роль застосування цифрових інструментів для полегшення діяльності приватної особи або організації, знаходиться на високому рівні. Це пов’язано з активною інтеграцією різних технічних засобів в життєдіяльність, а також розповсюдження зв’язку. Однією з галузей, актуальною для використання сучасних технологій – є галузь з контролю витрат та фінансів. Однією з ключових переваг розробки приватної системи оптимізації фінансових витрат є можливість індивідуального налаштування системи під потреби конкретного користувача. Це означає, що система може адаптуватися до унікальних характеристик та вимог. Система може надавати інструменти для точного визначення ефективних рішень та стратегій, що відповідають конкретному бізнес-сценарію.

Розробка такого рішення може включати інструменти для аналізу та прогнозування фінансових даних. За допомогою статистичних методів та аналітики, система може виявляти тенденції та шаблони у витратах, що допомагає управлінцям приймати обґрунтовані рішення [1].

Підприємства і організації часто стикаються з різними фінансовими ризиками, такими як зміни цін на ринку, фінансова нестабільність партнерів або несподівані економічні кризи. Але й аналогічні ситуації можна перенести і на приватне використання таких систем, які можуть суттєво допомогти мінімізувати витрати, покращити бюджет, збільшити якість фінансового планування тощо.

Розробка системи оптимізації фінансових витрат може включати в себе автоматизацію багатьох фінансових процесів. Автоматизація може спростити бюджетування, контроль витрат, облік фінансів та інші фінансові завдання, що дозволяє швидше реагувати на зміни в обставинах та знижувати ризики помилок в обліку. Застосування динамічного фінансового аналізу при контролі за власними коштами важливо для ефективного управління фінансами. Такий аналіз включає в себе оцінку та прогнозування грошових потоків в майбутньому і дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо витрат, інвестицій та фінансового планування бюджету на різні терміни. До актуальних методів такого аналізу слід віднести [2]:

- Прогнозування грошових потоків.
- Оцінка ліквідності.
- Оцінка рентабельності інвестицій.
- Управління витратами.
- Планування капіталу.
- Сценарійне планування.
- Покращення прийняття рішень.

Застосування кожного з таких методів як поодинці так і комплексно, дозволяє розробити сучасне та ефективне програмне рішення з оцінки бюджету, та прогнозування динаміки витрат, зменшувати ризики та збільшувати масштабування власних коштів. Важливо враховувати індивідуальні потреби та особливості кожної людини, а також використовувати сучасні технології аналізу даних та інформаційні системи для досягнення оптимальних результатів.

Список використаної літератури

1. Svy`stun L.A. Prospects of the use of modern information technology in the implementation of financial planning at the enterprise / L.A. Svy`stun // Ekonomika i region, vol. 3, 2016. – p. 13-21.
2. Krapivnytska S.M. Development of enterprise cost management system / S.M. Krapivnytska, M.V. Zarukevych // Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomika, vol. 3, no. 1, 2013. – p. 155–157.

УДК 004.853

ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ СПРОМОЖНОСТІ ПОКУПЦІВ ДО ТОРГІВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ПРОГРАМНІ ЗАСТОСУНКИ

Курдвановський О.О., Полєтаєв М.І.
(ackord1338@gmail.com, poletaevmikola@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

У тезах розглянуто методи аналізу даних які допомагають торговим мережам ідентифікувати споживчі сегменти і зрозуміти їхні звички та потреби. Вони також дозволяють прогнозувати споживчі звички і попит на товари та послуги, що сприяє більш ефективному управлінню запасами та ресурсами.

Стаття також вказує на важливість рекомендаційних систем, які використовують аналіз даних для рекомендації клієнтам товарів і послуг, що підвищує крос-продажі та збільшує лояльність клієнтів.

У сучасному світі, де конкуренція на ринку постійно зростає, торговельні мережі шукають нові підходи для залучення та утримання клієнтів. Одним із найефективніших засобів досягнення цієї мети є застосування методів аналізу спроможності клієнтів. Один з ключових аспектів аналізу спроможності клієнтів - це їхнє поділ на сегменти відповідно до різних характеристик, таких як поведінка, покупки, вік, стать тощо. Методи аналізу даних допомагають ідентифікувати ці сегменти та зрозуміти їхні потреби та попит на товари та послуги. За допомогою аналізу даних та методів прогнозування, торгові мережі можуть передбачити споживчі звички та попит на товари та послуги. Це дозволяє підготуватися до змін у попиті та планувати запаси та ресурси ефективніше. Прогнозування дозволяє уникнути надмірного запасу товарів, зменшуючи затрати на утримання запасів, а також необхідності дисконтних акцій для реалізації залишків.

Методи аналізу спроможності клієнтів використовуються для створення рекомендаційних систем. За допомогою аналізу покупок та інших даних, системи можуть рекомендувати клієнтам товари та послуги, які можуть їх зацікавити. Це підвищує крос-продажі та збільшує середній чек. Рекомендаційні системи стають ефективним інструментом для збільшення обсягу продажів та підвищення лояльності клієнтів.

Серед методів, які активно вживаються для деталізованого аналізу спроможності користувачів, виділяють наступні:

- Кластерний аналіз: Цей метод дозволяє групувати споживачів в окремі кластери або сегменти на основі спільних характеристик, таких як покупки, вік, стать, інтереси тощо.
- Аналіз часових рядів: Цей метод використовується для аналізу динаміки покупок покупців з плином часу.
- Регресійний аналіз: Регресійний аналіз використовується для визначення зв'язку між покупками та різними факторами, такими як ціни, рекламні акції, погода тощо.

- Методи машинного навчання: Методи машинного навчання, такі як класифікація, рекомендаційні системи та аналіз текстів.
- Аналіз кошиків покупок: Цей метод досліджує, які товари зазвичай покупаються разом.
- Оптимізація цін: Математичні моделі і методи оптимізації використовуються для визначення оптимальних цін на товари та послуги.

Застосування методів аналізу спроможності клієнтів стає ключовим фактором в успішному функціонуванні торгових мереж. Вони допомагають створити персоналізований підхід до клієнтів, оптимізувати асортимент та ціноутворення, підвищити лояльність та доходи. Однак слід зазначити, що використання кожного з наведених методів наодинці не є завжди оптимальним та ефективним рішенням, а за рахунок їх поєднання та гібридного впровадження, можна отримати найбільшу ефективність та якість результатів.

Список використаної літератури

1. Andrade M. Bridging ontology and implementation with a new DEMO action meta-model and engine / D. Aveiro, G. Guizzardi, J. Borbinha, // Springer, Cham, LNBIP, vol. 374, 2020. – p. 66–82.
2. Fischmeister F.P. Self-similarity and recursion as default modes in human cognition / F.P. Fischmeister, , M.J.D. Martins, R. Beisteiner, W.T. Fitch // Cortex, 97, 2017. – P. 183–201.

UDK 004.4

INFORMATION SYSTEM FOR EVALUATING ONLINE SHOPPING SITES

Luzhna A. O. (anastasia.luzhnaya@gmail.com)
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Ukraine)

The purpose of the work is the development of software for the selection of the best solutions for online stores based on the development of quality models and methods of evaluating e-commerce systems.

Introduction. The main reasons for the relevance of the research topic:

Firstly, great attention has always been paid to the problems of the quality of products and services. Today, the high quality of the development process is perceived as a mandatory component. Therefore, for development companies, the issue of software quality assurance is one of the first priorities.

Secondly, there are various standards that regulate sets of software systems life cycle processes (such as IEEE, ISO, CMMI, and others).

Also, due to the wide development of IT, the process of using the latest achievements of this industry is natural for commerce, namely online sales, that is, the great popularity of online stores today.

Problem Statement. To achieve this goal, it was necessary to solve the following problems:

• description of the research object;
• identification of the main problems of the research object;
• formation of quality model;
• formation of an algorithm for choosing the best solution for online shopping sites with the chosen model and method of evaluating e-commerce systems;
• development of software for evaluating sites of online stores.

The object of research is software systems and their evaluation process. The subject of the study are quality models and methods of evaluating e-commerce systems.

Each e-commerce platform [1] is characterized by its own set of functional characteristics and the method of their qualitative implementation. Therefore, the development of methods for evaluation and selection of the best platforms based on developed quality models is an urgent research task.

E-commerce platforms are specialized software products. Thus, to assess their quality level, you can use the approach described in international standards created for this purpose. These are, in particular, the recommendations of ISO 9126 [2] and ISO 25010 [3]. However, the standard, due to its general orientation, carries a common set of artifacts that are used to assess the quality of software products in any subject area, and therefore has a recommendatory nature. Therefore, for practical use in a specific

subject area of e-commerce, it is necessary to develop a system of attributes for evaluating the quality of such platforms, followed by the justification of other artifacts of this standard, namely metrics for the quantitative expression of quality indicators. As for the evaluation process itself, referring to the general architecture of the life cycle of software systems, two processes related to quality can be distinguished. It is an SQA quality assurance process and an organizational quality management process. The first of them is related to the implementation of quality standards and relevant procedures in software development and evaluation for compliance with these standards. This process is separately described in the ISO 12207 standard [4]. The second process is monitoring the achievement of the customer's established requirements for software quality.

After analyzing the research object, it can be determined that the main problem is that the quality model is not formalized (presented in a verbal form), which would be acceptable for different users of the software and recognized by the customer and users.

The consequences of this problem are:

- does not make it possible to create a mathematical model of quality on its basis;
- the issue of forming a set of appropriate characteristics and determining actual quality indicators arises;
- makes the quality assessment procedure time-consuming and expensive;
- its wide implementation is restrained both in modern software production technologies and in the process of its modernization;
- quality assessment is often not carried out in full and without proper justification of the obtained results.

This situation is caused by the fact that today there are no scientifically based methods for solving the entire set of problems related to software certification.

Solutions. In order to ensure efficiency, follow-up and compliance of user needs with software requirements and adequate assessment of its quality, it is proposed to formulate requirements in the form of software quality presentation models of the standard [5]. After analyzing the characteristics and quality metrics in the application, it is possible to build an appropriate quality model for e-commerce platforms, taking into account the specifics of the application area, since its characteristics reflect the general needs of users and customers in software, and the characteristics and metrics corresponding to them allow to express the quantitative and qualitative measure of their pleasure:

$$Q_{use} = \{H_i^u, A_{iK}^u, C_{iK}^u, M_{iK}^u\}, i \in N_u^k, K = \overline{1, S_i}\ .$$

On the basis of the Q_{use} model, it is convenient to present user requirements for the online store and subsequently to carry out effective management of the process of collecting quality requirements, to ensure their changeability, as they are structured.

To evaluate the declared quality of the software, it is proposed to use the declared quality model, which consists of characteristics, sub-characteristics and metrics:

$$Q_{ext} = \{H_i^x, \Pi_{iK}^x, A_{iK}^x, C_{iK}^x, M_{iK}^x\}, i \in N_x, K = \overline{1, F_i^x}\ .$$

The implementation of the proposed formalization of the Q_{ext} software model is quite relevant, as it allows to simplify and automate the process of formalization of requirements at the stage of their development, which ensures the accuracy and simplicity of the further development of the project, in particular, it concerns the selection and construction of the future architecture of online stores.

A method of better selection of platforms for e-business. The best choice of e-commerce platforms is suggested to be made on the basis of Saati pairwise comparisons. The application of the method of analysis of hierarchies to determine the weighting coefficients of the quality characteristics of the software involves the construction of some matrix $\overline{M_X}$ of their pairwise comparison, presented in figure 1.

At the same time, the coefficients a_{ij}, *я* which are above the main diagonal of the matrix, are determined by experts (users, analysts), and the others are the matrix's own values. The eigenvalues of the matrix are calculated by the formula $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Based on the weight factors of the matrix of pairwise comparisons, you can get the vector $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, which is an eigenvector of the matrix $\overline{M_X}$ and corresponds to the determinant (maximum number) $\lambda = n$ of this matrix. The components of the vector can be calculated by solving the system of linear equations $\overline{M_X} * a = \lambda_{max} * a$, while there will be a unique solution that meets the condition $\sum_{i=1}^{N} a_i = 1$. The vector $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ represents the weight of each characteristic in the overall quality of the software and involves determining the weight of the main quality characteristics of the software for their maximization.)

Characteristics of the software quality presentation model	A_1	A_2	…	A_{n-1}	A_n
A_1	1	a_{12}	…	$a_{1(n-1)}$	a_{n1}
A_2	a_{21}	1	…	$a_{2(n-1)}$	a_{n2}
…	…	…	…	…	…
A_{n-1}	$a_{(n-1)1}$	$a_{(n-1)2}$	…	1	$a_{(n-1)n}$
A_n	a_{n1}	a_{n2}	…	$a_{n(n-1)}$	1

Figure 1 – Matrix of paired comparisons

The following means of developing an information system for evaluating online store sites are offered:

Programming languages:

HTML is a standardized document markup language for viewing web pages in a browser.

CSS is a special style language used to describe the appearance of pages. The pages themselves are written in data markup languages.

JavaScript is a dynamic, object-oriented prototypical programming language. Implementation of the ECMAScript standard. It is most often used to create web page scripts, which provides an opportunity on the client side (end user device) to interact with the user, control the browser, asynchronously exchange data with the server, change the structure and appearance of the web page.

Frameworks for developing web applications:

Node.js is an open-source platform for running high-performance network applications written in JavaScript.

Database:

MySQL is a free relational database management system that was developed by the TsX company to increase the processing speed of large databases. This open-source database management system was created as an alternative to commercial systems.

Integrated Development Environment:

IntelliJ IDEA is a commercial integrated development environment for various programming languages from JetBrains.

Conclusions. To start the development of the software, an analysis of the research object was performed. Referring to this analysis, the main and secondary problems were highlighted. The statement of the research problem is formulated, which is based on those problems that were discovered during the analysis of the process of evaluating the quality of software systems. The formal method of presenting software quality models in accordance with ISO/IEC 9126 models is substantiated, which made it possible to create a method of displaying the characteristics of one model and the characteristics of another, structuring and unifying the criteria for determining the level of compliance with the requirements of the user of e-commerce platforms. A justification for the application of Saati's hierarchies' analysis method for choosing the best alternatives using multi-criteria optimization among e-commerce systems is provided, which made it possible to identify the necessary functional requirements for building online stores. Software development tools are offered. Current literature on the research topic was used.

List of references:

[1] Oleksandra Shaleva. Electronic commerce / Educational literature center – 2017 – 10 p.

[2] ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model – 2001.

[3] ISO/IEC 25010:2011Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models – 2011.

[4] ISO/IEC 12207:1995 «Information technology – Software life cycle processes». SC 7 System and Software Engineering – 2008.

[5] The main tasks of the decision support system in reliability engineering of software systems / G.I. Koval, T.M. Korotun, T.L. Yablokova, L. I. Kutsachenko // Problems of programming. – 2005. – No. 3-4. – 40 – 47 p.

УДК 004.896

РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА АКТУАЛЬНИХ ЛОТІВ ДЛЯ ОНЛАЙН-АУКЦІОНУ

Ляховецький Д.Р., Ребрій М. С., Колосюк О. А. (danylo.liakh@gmail.com)
Національний університет “Одеська політехніка” (Україна)

Була створена програмна система, що надає рекомендації лотів для онлайн-аукціону, аналізуючи дані користувачів та наявних лотів, виявляючи інтереси користувача до певних товарів, показуючи рекомендації та гарантуючи користувачеві швидкий та індивідуалізований досвід користування системою.

Вступ. Онлайн аукціони мають велику кількість лотів й користувачам буває складно знайти лот, який їх може зацікавити. Саме тому надання персоналізованих рекомендацій допоможе користувачам швидко знаходити лоти, які їх найбільше цікавлять.

В задачі генерації рекомендацій для онлайн-аукціону необхідно враховувати інтереси користувача, його попередній досвід та активність на сайті. Система повинна бути здатна аналізувати великі обсяги даних про користувачів, їхні перегляди, відгуки, ставки та інші дії на сайті. Традиційний код, який базується на жорстко визначених правилах, не може з легкістю адаптуватися до такої динаміки.

Мета даної роботи полягає в забезпеченні високошвидкісних (до 500 мс) та індивідуалізованих рекомендацій (де пропозиції користувачу формуються на основі його попередніх переглядів лотів) в динамічній системі онлайн-аукціону, використовуючи програмну реалізацію рекомендаційної системи. Для досягнення вказаної мети ставляться та розв'язуються такі завдання: обробка паралельних запитів від користувачів, конструювання та оптимізація моделі штучного інтелекту, яка зможе в установлений термін висувати рекомендації, а також розробка користувацького інтерфейсу для ефективного представлення рекомендацій.

Основна частина. Рекомендаційні системи виступають як специфічна категорія систем штучного інтелекту та машинного навчання (ML), що надають користувачам персоналізовані пропозиції, базуючись на їхніх пристрастях, поведінці та історичних даних. У контексті розвитку Інтернету та цифрових сервісів, популярність цих систем неперервно зростає, вони відіграють ключову роль в численних секторах, таких як електронна торгівля, онлайн-реклама, розваги та соціальні медіа [1]. Більшість рекомендаційних систем будуються або на принципах колаборативної фільтрації та методах пошуку найближчих сусідів, або ж ініціюються з орієнтації на контент, який рекомендується [2].

Архітектура рекомендаційних систем формується з урахуванням бізнес-цілей, загальної структури програмного забезпечення (ПЗ), конфігурації даних та численних інших аспектів. Вони всі вимагають значного обсягу пам'яті та обчислювальних ресурсів, тому зазвичай використовують хмарні обчислення.

Система інтерагує з двома ключовими учасниками: Покупцем та Продавцем. Для Покупця повинен бути імплементований основний сценарій використання - "Запит персоналізованих рекомендацій покупця". Таким чином, і для Продавця, якому повинні надаватися відповідні рекомендації категорій продуктів, які відповідають заданому опису ("Запит персоналізованих рекомендацій продавця"). У процесі обробки запиту рекомендацій відбувається визначення рекомендацій ("Калькуляція рекомендацій та запис даних у БД рекомендацій"), перерахунок параметрів моделі ШІ ("Перерахунок коефіцієнтів моделі ШІ"), а також здійснюється запит актуальних даних зі сховища даних Data Lake ("Запит даних із Data Lake"). Періодично система оновлює дані в Data Lake ("Запис даних в Data Lake"), використовуючи попередній запит актуальних даних ("Запит даних наявних лотів"). Діаграма варіантів використання представлена на рис. 1.

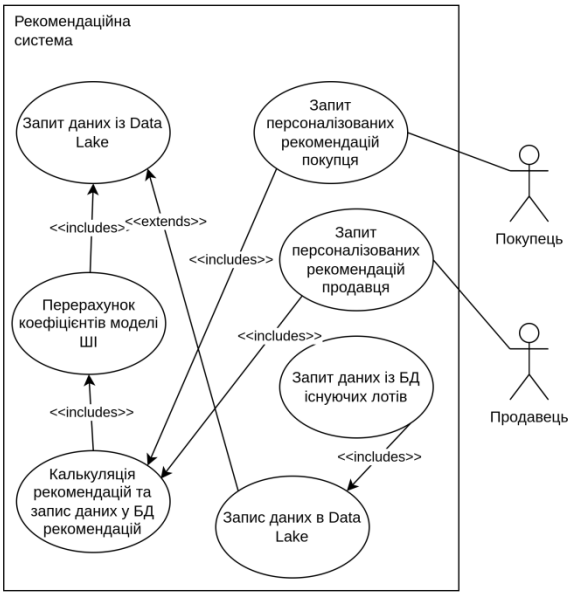


Рисунок 1 - Діаграма варіантів використання

Розроблена система поділяється на дві основні компоненти — бекенд і фронтенд. Бекенд-частина відповідає за обробку, зберігання даних та надання рекомендацій, у той час, як фронтенд-частина зосереджена на користувацькому інтерфейсі та представленні вмісту вебсторінки.

Для реалізації бекенду використано мову програмування Scala, оскільки вона оптимально підходить для системи Apache Spark, яка написана на Scala і дозволяє виконувати дистрибутивні обчислення моделей ШІ. Додатково, використовується СКБД PostgreSQL та система управління процесами Apache Airflow. Щодо фронтенд-частини, для її представлення застосовано стандартний технологічний стек: HTML + CSS + Javascript. Враховуючи ці технології, проєкт включає код на Scala та Javascript, які взаємодіятимуть через сервіси для взаємодії з даними у сховищах.

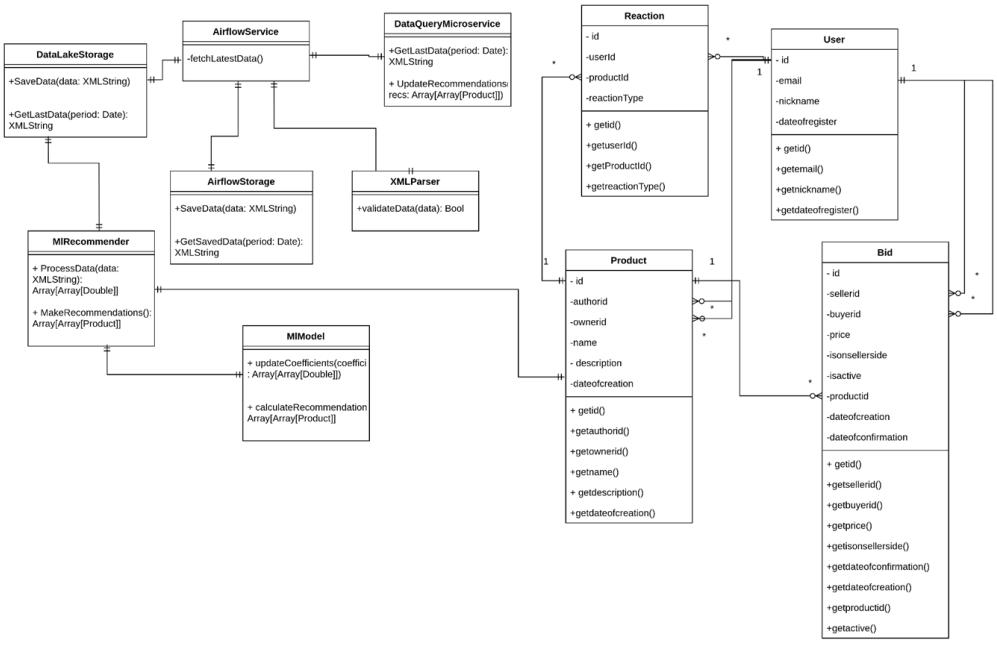


Рисунок 2 - Діаграма класів

Були визначені наступні класи системи (рис. 2). У лівій частині зосереджено класи, необхідні для реалізації функціональних вимог користувача. Клас MlRecommender відповідальний за обробку рекомендацій і використання моделі (MlModel). З іншого боку, AirflowService – це клас, який періодично оновлює дані системи, що викликає методи класу DataQueryMicroservice,

парсить дані із XMLParser та зберігає дані локально з AirflowStorage. У правій частині діаграми класів зосереджені об'єкти предметної області системи. 4 класи: Product, Bid, Reaction та User. Клас Bid слугує для реалізації процесу ведення аукціону і ставок, а Reaction – задля реалізації відображення і використання реакцій. Саме реакції є одним з основних факторів для подальшої рекомендації лотів.

Висновки. В результаті виконання роботи була створена система рекомендацій актуальних лотів для онлайн-аукціону. Розробка розпочалася із глибокого аналізу рішень, що вже існують на ринку конкурентів, що своєю чергою дозволило глибше проникнути в предметну область та виявити можливі вектори для оптимізації та інновацій.

Відповідно до обраної стратегії, створено докладну модель даних і виконано первинний аналіз різних алгоритмів, щоб визначити той, який найкраще підходить для нашої системи. Кінцевим продуктом стала система, основана на високоефективних архітектурних рішеннях, які забезпечують велику пропускну спроможність, швидку обробку даних та надійність.

Ключовим моментом розробки було встановлення характеристик системи після її впровадження та реалізація тестових перевірок. Це дало змогу ефективно оцінити функціонування системи в реальних умовах та внести потрібні налагодження для забезпечення максимальної продуктивності та комфорту для користувачів.

Отже, ця робота підкреслює важливість застосування прогресивних методів ШІ з метою підвищення якості користувацького досвіду в контексті онлайн-аукціонів. Розроблена система пропонує швидке, персоналізоване та якісне рішення для надання рекомендацій у динамічному оточенні онлайн-аукціону.

Список використаних джерел

1. Chong D. Deep Dive into Netflix's Recommender System. 2020. URL: https://towardsdatascience.com/deep-dive-into-netflixs-recommender-system-341806ae3b48 [Available at 05.03.2023]
2. Rocca B. Introduction to recommender systems. 2019. URL: https://towardsdatascience.com/introduction-to-recommender-systems-6c66cf15ada [Available at 05.03.2023]

UDK 004.4

INFORMATION TECHNOLOGY FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF AUTOMATED TESTING

Maltseva O. M. (alya.malts@gmail.com)
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Ukraine)

This text provides an overview of automated testing, emphasizing its advantages over manual testing and its importance in software development. It highlights the need to evaluate automated testing in three main categories: software quality, auto-test quality, and economic impact. The text also discusses the role of software quality metrics and the concept of Return on Investment (ROI) in assessing the effectiveness of automated testing. Additionally, it touches upon the challenges and considerations involved in automated testing, including maintenance and updating of tests. In conclusion, the text underscores the significance of software verification in ensuring software product quality and its integration into the development process.

Introduction Automated testing distinguishes itself from manual testing by eliminating the need for manual test execution [1]. Automated testing tools autonomously handle these tasks. Nevertheless, web applications and their attributes, including speed, scalability, and visibility, can be influenced by various human and technical factors. Thus, a comprehensive evaluation for suitability is imperative. Two primary methods for this evaluation exist: manual inspection or automation. Manual testing typically demands substantial resources in terms of both cost and time. Conversely, automation rapidly reduces errors

originating from human factors, thereby saving time and money. It also accommodates diverse scenarios, circumstances, and technical configurations, such as browsers, screen sizes, devices, and more.

The skill of software verification (or testing) holds great significance when assessing software product quality [2]. Verification involves the analysis of software artifacts to detect disparities between the current and desired states while evaluating the software's features. Software testing should be integrated into the entire development process [3].

Testing primarily aims to showcase compliance with requirements to developers and customers and to pinpoint instances of incorrect, undesired, or specification non-conformant program behavior. The automation of testing can be approached through two main avenues: code-level testing and user interface testing.

One of the foremost challenges in automated testing is its labor-intensive nature. While it streamlines routine tasks and enhances test execution speed, updating tests may necessitate substantial resources. A second major concern pertains to the maintenance of up-to-date tests. When functionality or input data undergo changes, updating tests becomes a time-consuming and resource-intensive endeavor.

Solutions Automated testing evaluation covers three essential categories:

1 Assessment of Software Quality: To measure software quality, employ methods and standards, such as software quality metrics, the quality tree based on qualimetrics, and ISO quality standards.

2 Assessment of the Quality of Self-Tests: Evaluate self-test quality using graph theory for test coverage and fuzzy logic for overall quality.

3 Evaluation of the Economic Effect: Assess economic impact through Return on Investment (ROI) calculation.

Software quality metrics can be grouped into:

1 Product Metrics: Describe product attributes like size, complexity, design, performance, and quality level.

2 Process Metrics: Enhance software development and maintenance activities.

3 Project Metrics: Describe project attributes, including the number of developers, staffing, cost, schedule, and productivity.

ISO 9126 defines software quality as the sum of characteristics meeting stakeholders' needs.

Software quality is a fundamental aspect of software development, encompassing a range of characteristics that determine a software product's ability to meet established and anticipated user needs. These characteristics are crucial for ensuring a software application's reliability, functionality, efficiency, usability, maintainability, and portability.

To assess software quality, various metrics are employed to measure the level of each characteristic. The following table presents these metrics and their values for each software quality characteristic: Functionality, Reliability, Usability, Efficiency, Maintainability, Portability.

Software metrics are categorized into three main types:

Product Metrics – these metrics evaluate the attributes or characteristics of the software product itself, including functionality, reliability, performance, efficiency, and security.

Process Metrics focus on measuring characteristics of the software development process, such as productivity, resource consumption, development speed, and project management quality.

Project Metrics are used to assess various aspects of a software development project, including project duration, cost, risks, schedule performance, and resource utilization.

In the realm of software testing and quality assurance, the evaluation of self-tests plays a pivotal role in ensuring the robustness and reliability of a software system. In this section, we explore various aspects that can be considered when assessing the quality of self-tests and determining the appropriate metrics for their evaluation.

The following aspects can be considered to study the evaluation of the quality of self-tests and to determine the appropriate metrics that can be used: Code Coverage, Number of Tests, Reliability of Tests, Test Execution Time, Number of Errors Detected by Tests, Speed of Error Detection, Functionality Coverage.

In the realm of innovation and technological advancement, the economic effect of implementing innovative solutions is a pivotal aspect that holds significance. The impact is most readily recognized through the direct economic benefits derived from innovative activities. This quantifiable effect materializes in the form of time savings, increased profits, cost reduction, and various other positive outcomes [4].

One financial indicator that plays a crucial role in assessing the efficiency of an investment project is the Return on Investment (ROI). ROI is expressed as a percentage and serves as a valuable metric for evaluating the profitability of an investment. It quantifies the ratio of the return on investment to the total capital invested.

In the context of automated testing for software products, ROI proves to be an essential tool in evaluating the effectiveness of automating the testing process. The adoption of automated testing often necessitates investments in software, personnel training, infrastructure, and maintenance of testing tools.

The methodology for calculating ROI in the context of automated testing involves several key steps: Determining the Costs of Automated Testing, Determining the Expected Return, Calculation of Profit, Calculating ROI, Analysis of the Results.

The assessment of automated testing encompasses three primary categories of evaluation: software quality, auto-test quality, and economic impact.

The subsequent sections provide a detailed overview of each stage as represented in the IDEF0 diagram.

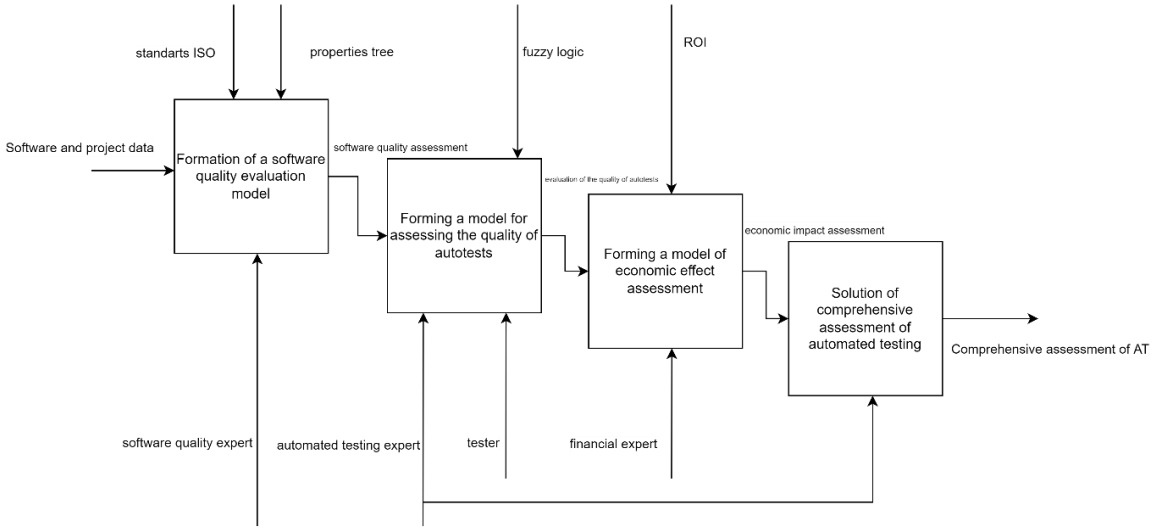


Figure 1 – Formation of a comprehensive assessment of automated testing

A1 Software Quality Evaluation: This assessment focuses on evaluating the quality of the software to be tested. It encompasses aspects like functionality, reliability, performance, security, and compatibility, among other characteristics. The aim is to identify and address problems and defects within the software, ensuring its high-quality performance.

A2 Quality Assessment of Automated Tests: This assessment centers on evaluating the quality and effectiveness of the automated tests used for software validation. This includes checking the accuracy and completeness of test scripts, the efficiency of test execution, ease of test suite maintenance, and other aspects. It ultimately contributes to more efficient and reliable testing and better test results.

A3 Economic effect Assessment: This assessment delves into the economic aspects of automated testing. It involves estimating the costs of developing and maintaining automated tests, reducing manual testing expenses, enhancing developer and tester productivity, improving software quality, and reducing the risks associated with defect-related costs. The economic impact assessment aids in determining the cost-effectiveness of automated testing and informs decision-making.

A4 Comprehensive assessment: This stage involves analyzing the data gathered during the previous assessments. The analysis informs conclusions regarding software quality, the quality of automated tests, and the economic impact. Recommendations are then provided for enhancing the automated testing process, ensuring that it aligns with quality and cost-effectiveness goals.

Conclusions Automated testing offers significant advantages over manual testing, such as the elimination of manual test execution, reduction of human errors, and accommodation of diverse scenarios. The skill of software verification is crucial for assessing software product quality, and it should be integrated into the development process.

List of references

[1] What is Software Testing? [Online] Available: https://www.guru99.com/software-testing.html.

[2] What Is The Benefit of Test Automation and Why Should We Do It? [Online] Available: https://smartbear.com/learn/automated-testing/

[3] I. V. Radchenko Automated software testing / I. V. Radchenko / - Kyiv: Publishing House of the National Technical University of Ukraine "KPI", 2015.

[4] Khaled El Emam .The ROI from Software Quality / K. E. Emam : 2010. – 298 с.

УДК 681.121

ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ БІОГАЗУ

Матіко Ф. Д., Джигирей В. О. (fedir.d.matiko@lpnu.ua, viktor.o.dzhyhyrei@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

В роботі виконано аналіз коефіцієнта стисливості біогазу та розроблено рекомендації щодо обчислення цього параметру під час проектування систем вимірювання витрати та кількості біогазу.

Вступ. Сучасні автоматизовані системи вимірювання витрати та кількості енергоносіїв є інформаційно-вимірювальними системами які не тільки реалізують процес вимірювання, а й формують архіви технологічних параметрів, повідомлення про аварійні ситуації та вихід параметрів за допустимі межі.

Під час проектування таких систем необхідно враховувати велику кількість обмежень а також мати достовірні дані про фізичні властивості енергоносія для якого розробляють систему вимірювання. Для газоподібних енергоносіїв важливо мати достовірні методики обчислення коефіцієнта стисливості. Для окремих носіїв, зокрема для природного газу розроблено багато методів розрахунку коефіцієнта стисливості, однак для біогазу такі методики авторам не відомі. Тому актуальним є завдання виконати аналіз коефіцієнта стисливості біогазу та розробити рекомендації щодо обчислення цього параметра під час проектування систем вимірювання та їх застосування.

Основна частина роботи. Біогаз — це газ, який утворюється в процесі бродіння органічних речовин (розкладання біомаси відбувається під впливом бактерій). Під час процесу бродіння виділяється водяна пара, яка також входить до складу біогазу. Склад газу може змінюватися у широких межах: 50-75% метану, 25-50% CO_2, незначні домішки водню (H_2) і сірководню (H_2S), азоту до 3%, домішки ароматичних вуглеводнів. Оскільки біогаз є складною газовою сумішшю із значним вмістом вологи, то обчислення його коефіцієнта стисливості є складним завданням.

Серед методів, які дозволяють обчислити фактор стисливості газових сумішей що містять водяну пару слід виділити:

- метод AGA8-92DC запропонований Американською газовою асоціацією [1];
- метод представлений у методиці служби стандартних довідкових даних ГСССД МР 113-03 [2].

Метод AGA8-92DC може бути застосований для вуглеводневих сумішей у яких вміст компонентів має відповідати умовам [1]:

метан	65-100,	етан	≤15,
пропан	≤ 3.5,	бутани	≤1.5,
азот	≤ 15,	діоксид вуглецю	≤15.

Тому цей метод не може бути застосований для біогазу, де вміст компонентів є поза вказаними діапазонами.

Метод представлений у методиці служби стандартних довідкових даних ГСССД МР 113-03 [2] орієнтований на розрахунок властивостей вологого нафтового газу, у якого вміст метану може бути меншим 70%, а вміст водяної пари може досягати граничного рівноважного стану – стану насичення.

В методиці наведені методи і алгоритми призначені для розрахунку теплофізичних

властивостей (густини - ρ, фактора стисливості - z, показника адіабати - k, коефіцієнта динамічної в'язкості - μ) сухих і вологих багатокомпонентних газових сумішей змінного складу в газовій фазі і у флюїдній області. Розрахункова область обмежена діапазоном абсолютних температур $263 \le T \le 500$ К і тисків $0{,}1 \le p \le 15$ МПа. Компонентний склад сумішей що розглядаються може включати в різних комбінаціях наступні речовини: метан, етан, пропан, нормальний і ізобутан, нормальний і ізопентан, гексан, гептан, азот, діоксид вуглецю, сірководень, кисень і водяну пару.

Коефіцієнта стисливості K біогазу обчислений як відношення фактора стисливості за робочих умов до фактора стисливості за стандартних умов

$$K = \frac{z}{z_C} = \frac{z(P,T)}{z(P_C,T_C)},$$

де P_C =0,101325 МПа, T_C = 293,15 К.

Обчислення значень коефіцієнта стисливості біогазу виконані для варіантів його складу, для яких вміст компонентів відповідає діапазонам зміни, що визначені за результатами аналізу складу біогазу:

- N_2 2-3 %; - CH_4 50-65%; - CO_2 35-50%; - H_2S до 0,15%.

Алгоритм методики передбачає розрахунок фактора стисливості газової суміші, в якій усі компоненти перебувають у газовій (паровій) фазі. Вихідними даними для методики є концентрації сухих компонентів (сума рівна 100%) та вміст вологи у газовій суміші у абсолютній формі (г/м^3), або відносній (%). Однак при тисках суміші p, що перевищують тиск насичення води для даної температури ($p \le 0{,}1$ МПа при $t < 100$ °С) гранична рівноважна концентрація (розчинність) водяних парів у газовій суміші x_p істотно обмежена; вона зростає з ростом температури, але зменшується з ростом тиску. Тому, якщо вологість газової суміші відмінна від нуля, ($x_{H2O} \ne 0$), за алгоритмом методики перевіряють, чи виконується умова $x_{H2O} \le x_p$ при заданих T і p. Крім того, якщо замість x_{H2O} задається відносна вологість $\varphi = x_{H2O}/x_p$, для розрахунку концентрації водяних парів також необхідне значення x_p.

Якщо $x_{H2O} \le x_p$, то розрахунок всіх теплофізичних властивостей виконують із заданою концентрацією x_{H2O} водяної пари в суміші; у іншому випадку концентрацію водяної пари приймають рівною граничній концентрації $x_{H2O} = x_p$, а надлишок вологи відкидають і перераховують концентрації компонентів, визначені для сухого стану із врахуванням вмісту водяної пари.

У цій роботі виконано розрахунок фактора стисливості для вологого біогазу, що містить водяну пару у стані насичення. Для цієї умови визначено граничну концентрацію водяної пари x_p для робочих значень тиску від 0,1 МПа до 0,13 МПа та температури від +30 °С до +50 °С. Мольна концентрація водяної пари у біогазі прийнята рівною граничному значенню x_p.

Таким чином сформовано склад п'яти сумішей для яких виконано розрахунок фактора та коефіцієнта стисливості. Основні результати розрахунку наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку фізичних властивостей вологого біогазу

№ з/п	Назва параметра	Суміш 1	Суміш 2	Суміш 3	Суміш 4	Суміш 5
1	Мольний вміст компоненту, %:					
	метан	59.098	56.6557	54.0180	53.3341	52.6503
	азот	3.5166	3.0281	2.6374	2.3444	2.0513
	CO_2	35.0681	37.9495	40.9286	41.8566	42.9310
	H_2O	2.3174	2.3178	2.3183	2.3184	2.3186
	H_2S	0	0.0488	0.0977	0.1465	0.0488
2	Граничний рівноважний вміст водяної пари за ст.ум., %	2.3174	2.3178	2.3183	2.3184	2.3186
3	Середнє значення коефіцієнта стисливості, $K_{сер}$	1.00018	1.00018	1.00018	1.00019	1.00019
4	Максимальне відхилення від середнього значення, $\delta_{макс} = max(K_i - K_{сер})/ K_{сер} \cdot 100\%$	0.046	0.048	0.050	0.051	0.052
5	Мінімальне відхилення від	-0.059	-0.061	-0.064	-0.065	-0.065

	середнього значення, $\delta_{макс} = min(K_i - K_{сер})/ K_{сер} \cdot 100\%$					

Як видно з результатів наведених у таблиці 1, у заданому діапазоні зміни тиску, температури та складу біогазу зміна значення коефіцієнта стисливості біогазу відносно його середнього значення є незначною. Тому доцільно виконати аналіз можливості застосування значення коефіцієнта стисливості як умовно-постійної величини.

Аналіз похибки визначення коефіцієнта стисливості біогазу, за умови що його значення прийняте як постійна величина для заданих діапазонів зміни тиску температури та складу біогазу, виконаний таким чином:

1) Визначене середнє значення коефіцієнта стисливості для всіх сумішей 1-5.

$$\overline{K} = \frac{1}{n \cdot m \cdot s} \sum_{r=1}^{s} \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} K_{r,i,j} \right),$$

де $K_{r,i,j}$ - значення коефіцієнта стисливості для *r*-ої суміші, *i*-го значення тиску та *j*-го значення температури біогазу;

s – кількість сумішей, s = 5;

n – кількість значень тиску;

m – кількість значень температури.

Результат обчислення: $\overline{K}$ = 1,00023.

2) Обчислено відносне середньоквадратичне відхилення [3] значень коефіцієнта стисливості для всієї сукупності значень (5 масивів). Формула для визначення відносного середньоквадратичного відхилення значень коефіцієнта стисливості набуває вигляду

$$\sigma_K = \frac{100}{\overline{K}} \sqrt{\frac{1}{n \cdot m \cdot s - 1} \cdot \sum_{r=1}^{s} \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \left(K_{r,i,j} - \overline{K} \right)^2 \right)}.$$

Результат обчислення: σ_K = 0,03 %.

3) Обчислено похибку визначення коефіцієнта стисливості за умови, що його значення прийняте як постійна величина, рівна середньому значенню $\overline{K}$ = 1,00023, для заданих діапазонів зміни тиску температури та складу біогазу із врахуванням методичної похибки визначення коефіцієнта стисливості за методикою МР 113-03 [2]:

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{\text{м}}^2 + (k\sigma_K)^2} = \sqrt{\delta_{\text{м}}^2 + (2\sigma_K)^2} = 0{,}405\%,$$

де $\delta_м$ - граничне значення методичної похибки розрахунку фактора стисливості (густини) вологого газу із вмістом метану менше 70% за даними методики [2], $\delta_м$ = 0,4%.

У формулі для визначення граничного відхилення значень коефіцієнта стисливості від середнього значення застосовано коефіцієнт охоплення k = 2 із врахуванням того, що розподіл значень коефіцієнта стисливості відносно його середнього значення є близьким до нормального та для довірчої ймовірності P = 95% [3].

Висновки. Для реалізації алгоритмів обчислення витрати біогазу досліджуваного складу в контролерах автоматизованих систем вимірювання коефіцієнт стисливості можна прийняти у вигляді константи, що рівна середньому значенню $\overline{K}$ = 1,00023. Однак для біогазів з різних джерел, які будуть відмінні за складом від досліджуваних, необхідно виконати додаткові дослідження коефіцієнта стисливості та розробити аналітичні залежності для його розрахунку.

Список використаної літератури

[1] ДСТУ ISO 12213.2-2009 Природний газ. Обчислення фактора стисливості. Частина 2. Обчислення на основі молярного складу (ISO 12213-2:2006, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 32 с.

[2] ГСССД МР 113-03 Визначення густини, фактора стисливості, показника адіабати та коефіцієнта динамічної в'язкості вологого нафтового газу в діапазоні температур 263...500 К при тисках до 15 МПа. /Козлов А.Д., Мамонов Ю.В., Роговін М.Д., Рибаков С.И.; ВНИЦ СМВ Госстандарта РФ. – М., 2003. – 48 с.

[3] Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань: Навч.посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007. – 624 с.

УДК 004.41

ВИКОРИСТАННЯ ГЕКСАГОНАЛЬНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОБУДОВИ МОНІТОРІВ

Мельник О.В. (vinncei@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

У роботі проаналізовано перспективність використання гексагональних структур для побудови моніторів

Останні роки характеризуються особливою увагою до використання гексагональних структур для виготовлення екранів.

Світлодіоди [1-8] є привабливою альтернативною технологією відображення. Починаючи з 2000 року рідкокристалічний дисплей (LCD) і технологія дисплеїв на органічних світлодіодах (OLED) широко використовуються і поступово домінують на ринку дисплеїв.

У даний час стандартними екранами, що використовуються, є рідкокристалічні дисплеї (LCDs). LCDs -екрани генерують світло за допомогою підсвічування, і світло модулюється рідкими кристалами в поєднанні з кольоровими фільтрами, утворюючи окремі субпікселі. Така конструкція досить неефективна, ефективно використовується лише 5-10% світла. Навпаки, OLED-дисплеї складаються з органічних субпікселів, які діють як власний випромінювач світла. Це дозволяє індивідуально контролювати яскравість, а екрани можна зробити гнучкими або навіть складаними. Технологія OLED також усуває витік світла, що покращує загальну ефективність

Матриця μLED, вирощена на напівполярній площині, дозволить отримати повноколірні дисплеї великої площі. Крім того, матриця μLED показала однорідність оптоелектронних характеристик елементів відображення

Завдяки низькому енергоспоживанню, високій яскравості та тривалому терміну служби світловипромінювальні діоди (LED) на основі GaN [1-8] використовуються в системах відображення інформації.

Через різний опір електрода та пристроїв навколо контакту електрода під час ін'єкції струму світлодіода утворюється тепло, і робоча температура пристрою постійно підвищується, що призводить до скорочення терміну служби.

Для досягнення високої надійності світлодіодів розроблено нову технологію на основі InGaN/GaN з гексагональною плівкою нітриду бору (h-BN),

На рис. 1 наведено схему світловипромінюючого діода (LED) на основі InGaN/GaN з гексагональною плівкою нітриду бору (h-BN) [1].

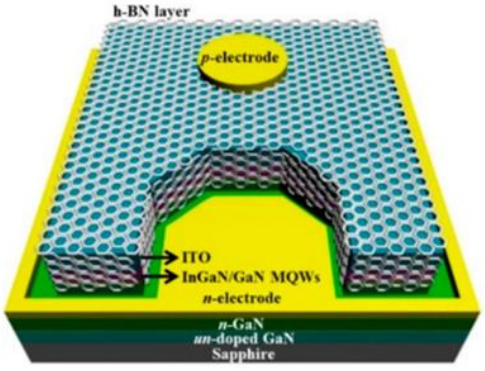


Рис. 1. Принципова діаграма світловипромінюючого діода (LED) на основі InGaN/GaN з гексагональною плівкою нітриду бору (h-BN)

Щоб охопити повноколірну гаму для дисплеїв, світлодіодні пікселі повинні містити червоні, сині та зелені окремі світлодіоди, розташовані в масиві [5]. Отже, роздільна здатність дисплеїв залежить від розміру та кроку окремих світлодіодів. У спробах покращити роздільну здатність шляхом зменшення розміру випромінювачів, опромінення, як наслідок, зменшується. Для менших звичайних світлодіодів для досягнення порівнянного освітлення їм потрібна більша вхідна потужність, що може призвести до більших вимог до розсіювання тепла.

Важлива властивість [5] нової технології полягає в тому, що пікселі μLED керуються індивідуально та можуть залишатися підсвіченими протягом усього кадру. Індивідуальне керування пікселями μLED досягається за допомогою схеми керування пікселями, побудованої з тонкоплівкових транзисторів (TFT) або комплементарних транзисторів метал-оксид-напівпровідник (CMOS) на основі Si.

Світлодіоди (світлодіоди) на основі GaN випромінюють світло у видимому діапазоні шляхом регулювання складу індію (In) [5].

Однією з важливих переваг OLED-моніторів є їх гнучка структура, яка дозволяє створювати вигнуті екрани. Це відкриває нові можливості для створення інноваційних форм-факторів і застосувань. Наприклад, вигнуті монітори можуть бути корисними в ігровій промисловості, де імерсивний досвід важливий [2].

Квантові точки (Quantum Dots) є ще однією важливою технологією, яка сприяє покращенню властивостей OLED-моніторів. Квантові точки [2] –це нанометричні розміри полімерних матеріалів, які можуть конвертувати світло одного кольору в інший. Використання квантових точок допомагає підвищити яскравість та розширити колірну гаму OLED-панелей. Це робить зображення на моніторах ще більш реалістичними та живими, що особливо важливо для сучасних вимог до якості відображення.

Однією з головних переваг цих технологій є їхнє низьке споживання енергії. OLED-монітори і панелі на основі квантових точок ефективно використовують енергію. Майбутнє цих технологій полягає в подальшому підвищенні ефективності та тривалості роботи світлодіодів. Тонкі та гнучкі OLED-панелі матимуть все більше застосувань у різних сферах, забезпечуючи більше інновацій та імерсивних візуальних досвідів для користувачів

Вирощування нанопірамід [8] із шестикратними напівполярними гранями на SiOx або SiNx, замаскованих c-площиною GaN, шляхом вибіркового зростання площі є альтернативним варіантом для покращення оптоелектронних характеристик світлодіодів на основі InGaN (рис. 2). Така конфігурація (рис. 3) може бути використана для покращення продуктивності світлодіодів з високим вмістом компонентів In, оскільки, на додаток до нижчого поля поляризації цих кристалічних площин, тривимірні наноструктури забезпечують кращу релаксацію деформації для росту кристалів і зменшують щільність дефектів, тим самим знижуючи п’єзоелектричне поле.

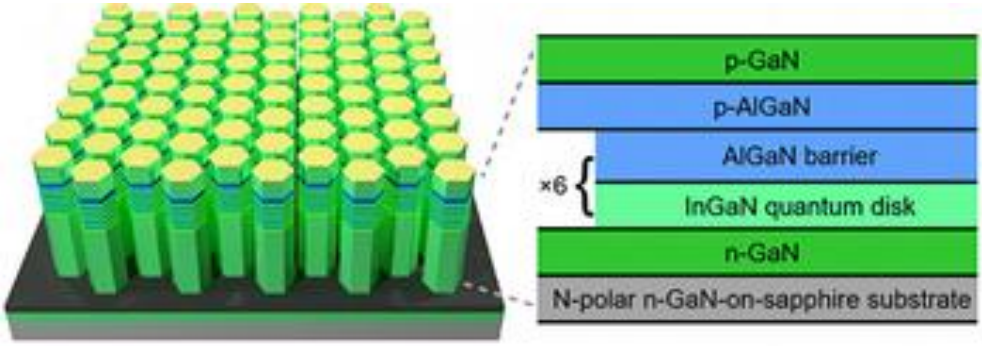


Рис. 2 Структура гексагонального стержня

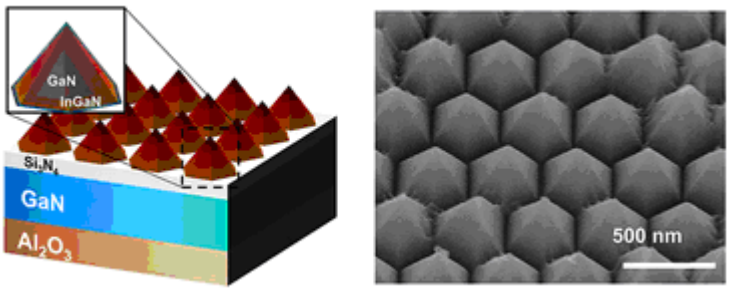


Рис. 3- Вигляд гексагональних індикаторів

Останнім часом у індустрії дисплеїв спостерігається використання мікроструктурованих світлодіодів (μLED) розміром менше 50 мкм [4,5]. Порівнянно з традиційними електронно-

променевими трубками (CRT) і рідкокристалічними дисплеями (LCD), а також з новими органічними світлодіодними технологіями, μLED на основі нітридів забезпечують реалізацію дисплеїв з меншим енергоспоживанням, підвищеною продуктивністю, вищою люмінесценцією та здійсненність 2D-інтеграції

Органічний світловипромінюючий діод (AMOLED) з реальною RGB активною матрицею 403 ppi (пікселя на дюйм) був виготовлений без використання тонкої металевої маски (FMM). Органічні світловипромінювальні матеріали були надруковані на матричній панелі за допомогою нового процесу, який має переваги низької вартості та високої щільності пікселів. Однорідність органічних світлодіодів (OLED) була покращена завдяки ретельному налаштуванню параметрів друку, і досягнуто хороших характеристик панелі. Ключем до такого процесу був дизайн гексагонального візерунка пікселів

Зі збільшенням щільності пікселів і зменшенням розміру пікселя труднощі в досягненні високої продуктивності та високої точності інтеграції за допомогою процесів гібридної інтеграції різко зростають, що перешкоджає реалізації недорогого великомасштабного виробництва

На InfoComm 2019 року Samsung анансувала 292-дюймовий дисплей з великим екраном 8K [9] A Mojo Vision показала прототип мікродисплея з 14 000 пікселів на дюйм на основі 0,018-дюймової панелі на Augmented World Expo 2019, який, як очікується, використовуватиметься для носимих пристроїв, таких як VR/AR і проекційні дисплеї.

За даними Omdia, Apple в 2021 році купила 172 мільйона OLED-панелей у Samsung, LG і BOE. Із 172 мільйонів панелей 106 мільйонів призначені для нової лінійки Айфон 13. Зокрема, BOE надасть 9 мільйонів OLED-екранів для Apple iPhone 12 Pro. Першим смартфоном, що використовує технологію гексагонального розташування кристалів BOE, стане Huawei P50 Pro+.

Наведений аналіз проказав перспективність використання гексагональних структур в системах відображення інформації, зокрема, для побудови моніторів.

Список використаної літератури

[1]Gun-Hee Lee t al, "Hexagonal Boron Nitride Passivation Layer for Improving the Performance and Reliability of InGaN/GaN Light-Emitting Diodes ", *Applied Sciences,* Volume 11, Issue 19 , 2021.

[2]E Fred Schubert,and Jong Kyu Kim, "Solid-State Light Sources Getting Smart Solid-State Light Sources Getting Smart", *Science,* VOL 308, pp.1274-1278, 2005.

[3]Isaac G. Juma, Gwangwoo Kim, Deep Jariwala, and Sanjay K. Behura, "Direct growth of hexagonal boron nitride on non-metallic substrates and its heterostructures with grapheme", iScience, .Volume 24, Issue 11, 2021.

[4]Shuo Zhang,Yan Yan,Tao Feng,Yue Yin,Fang Ren, Meng Liang, and Chaoxing Wu "Wafer-Scale Semipolar Micro-Pyramid Lighting-Emitting Diode Array", Crystals , 11(6), 686; 2021.

[5]Yaying Liu, Zhaojun Liu, and Kei May Lau, "Monolithic integrated all-GaN-based μLED display by selective area regrowth", Optics Express, Vol. 31, No. 19 , 2023.

[6] “Future of Screens” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.deloitte.com/global/en/Industries/tmt/perspectives/future-of-screens.html

[7] Haiming Huang, Zelin Ma, Weilong Chen, Xucheng Cao, Huaheng Fang, and Jianfeng Yan "A sub-500 mV monolayer hexagonal boron nitride based memory device" *Materials & Design,* Volume 198, 2021.

[8] Xiaoyu Zhao, Ke Sun, Siyuan Cui, Bin Tang, Hongpo Hu, and Shengjun Zhou, "Recent Progress in Long-Wavelength InGaN Light-Emitting Diodes from the Perspective of Epitaxial Structure",. *Advanced Photonics Researc*, Volume4, Issue9, 2023

[9] Iphone 13 May Use Boe’s Oled Panel For The First Time [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.gizchina.com/2021/07/17/iphone-13-may-use-boes-oled-panel-for-the-first-time// Дата звертання: Жовт. 12, 2023.

УДК 331.108.2

РОЛЬ МУЗЕЇВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ОСВІТІ

Мороз А.М.(andrey.work2001@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Музеї обчислювальної техніки є унікальними освітніми ресурсами, які сприяють розумінню та оцінці еволюції комп'ютерів та інформаційних технологій. Вони не тільки відкривають можливості для вивчення історії обчислювальної техніки, а й надихають студентів та професіоналів у галузі науки, технології, інженерії та математики. У цій статті розглядається, як музеї обчислювальної техніки відіграють ключову роль в освіті та чому є важливими навчальними інститутами.

Музеи обчислювальної техніки відіграють важливу роль у сучасній освіті. Вони не тільки зберігають історичні артефакти, пов'язані з розвитком обчислювальної техніки, але й стають центрами навчання та надихають молоде покоління досліджувати світ інформаційних технологій. Ось кілька ключових аспектів, які підкреслюють роль музеїв обчислювальної техніки в освіті:

- ***Збереження історичної спадщини***: музеї обчислювальної техніки грають важливу роль у збереженні історичних артефактів, пов'язаних з розвитком комп'ютерів та інших пристроїв. Це дозволяє наступним поколінням побачити, як розвивалася технологія протягом часу, і сприяє збагаченню їх розуміння процесів, що лежать в основі сучасних комп'ютерних систем.
- ***Навчання та освіта***: музеї обчислювальної техніки стають центрами навчання для школярів, студентів та всіх зацікавлених осіб. Вони пропонують освітні програми, екскурсії та лекції, спрямовані на розширення знань про історію комп'ютерів, розвиток програмування та інші аспекти обчислювальної техніки. Це допомагає популяризувати науку та технології серед молодого покоління і сприяє розвитку їхньої цифрової грамотності.
- ***Інтерактивність та практичне навчання***: магато музеїв обчислювальної техніки пропонують інтерактивні виставки та демонстраційні зони, де відвідувачі можуть самостійно спробувати працювати з різними пристроями та програмним забезпеченням. Це дає їм можливість отримати практичний досвід та краще зрозуміти, як працюють різні технології. Такий підхід сприяє активному навчанню та стимулює творчий розвиток учнів.
- ***Вдосконалення професійних навичок***: музеї обчислювальної техніки можуть бути місцем, де фахівці з галузі збираються для обміну досвідом та вдосконалення своїх навичок. Вони можуть організовувати конференції, семінари та майстер-класи, на яких експерти можуть поділитися своїми знаннями та передати найновіші розробки в галузі обчислювальної техніки.
- ***Історія у візуальній формі***: музеї обчислювальної техніки надають учням можливість познайомитись з історією комп'ютерів у візуальній формі. Вони демонструють еволюцію від механічних обчислювальних пристроїв та аналогових комп'ютерів до сучасних суперкомп'ютерів та штучного інтелекту. Експонати включають перші ЕОМ, старовинні калькулятори, і навіть предмети, пов'язані з народженням інтернету. Відвідування музею дозволяє студентам побачити, які колосальні зміни відбулися у технології за останні десятиліття.
- ***Інтерактивне навчання***: багато музеїв обчислювальної техніки пропонують інтерактивні експозиції та майстер-класи, дозволяючи відвідувачам на практиці зрозуміти принципи роботи комп'ютерів. Студенти можуть спробувати запрограмувати на старих комп'ютерах, вирішувати завдання на машинах, які використовувалися десятиліття тому, і навіть створювати власні програми. Це не лише цікаво, а й освітньо, тому що учні можуть побачити, як працює технологія у дії.
- ***Натхнення та кар'єрні можливості***: музеї обчислювальної техніки сприяють натхненню майбутніх інженерів. Вони можуть допомогти студентам зрозуміти, які можливості надає індустрія інформаційних технологій та надихнути їх дослідити. Крім того, музеї організовують заходи та лекції, де професіонали діляться своїм досвідом та знаннями, що може допомогти студентам приймати більш обґрунтовані кар'єрні рішення.

- ***Освіта на всіх рівнях***: музеї обчислювальної техніки не обмежуються однією аудиторією. Вони приваблюють як школярів, і університетських студентів, і навіть професіоналів, бажаючих розширити свої знання. Ці установи надають підтримку в освіті на різних рівнях, допомагаючи студентам розвивати навички та розуміння в галузі обчислювальної техніки.

Роль таких музеїв, подібно до відкритого в Одеському національному технологічному університеті, важко переоцінити, задарма за кордоном вони стають центрами тяжіння фахівців, пов'язаних з ІТ. Ось приклади подібних музеїв такого роду:

- ***Музей комп'ютерної історії*** (http://www.computerhistory.org/) - музей, розташований у США, який присвячений збереженню та представленню історії комп'ютерів та інформаційних технологій.
- ***The National Museum of Computing*** (http://www.tnmoc.org/) - музей Великій Британії, в якому зберігається історична колекція комп'ютерів та програмного забезпечення.
- ***Deutsches Technikmuseum Berlin*** (https://sdtb.de/) - музей техніки в Берліні, Німеччина, який також включає виставки з обчислювальної техніки та інформаційних технологій.
- ***Computer History Museum*** (http://www.computerhistory.org/) - музей, розташований у США, який представляє історію комп'ютерів та інформаційних технологій через колекцію артефактів та виставок.

Загалом можна сказати, що музеї обчислювальної техніки є цінними ресурсами для освіти, надаючи студентам та суспільству унікальну можливість вивчати історію та технології. Вони не тільки зберігають історію, а й надихають наукові дослідження та розвиток технологій. У світі, де технології стають все більш важливими, музеї обчислювальної техніки відіграють істотну роль у формуванні майбутнього та утворенні майбутніх поколінь інженерів.

УДК 620.91

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІДБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Мудрик В.С., Шибаєва Н.О. (nati.shibaeva@gmail.com)
Національний університет «Одеська Політехніка» (Україна)

У тезах розглядається застосування ефективних методів прогнозування допомагає оптимізувати роботу енергетичних станцій, знизити втрати та забезпечити стабільний виробничий процес. Подальше вдосконалення цих методів та їх інтеграція з системами керування можуть робити альтернативну енергетику більш доступною та конкурентоспроможною, сприяючи сталому розвитку та збереженню природних ресурсів.

Альтернативна енергетика стає все більш актуальною в сучасному світі через зростання свідомості про необхідність зниження викидів шкідливих газів та споживання вичерпних природних ресурсів. Для розвитку цієї галузі необхідне ефективне прогнозування, оскільки воно дозволяє забезпечити оптимальний вибір енергетичного обладнання та ресурсів для виробництва альтернативної енергії. Розробка сучасної інформаційної системи, яка дозволяє виконувати підбор обладнання для реалізації проектів енергетичних станцій для приватного використання – є актуальною практичною задачею в галузі розробки web-рішень, а додання до такої системи методів прогнозування ефективності – дозволить покращити вихідні результати.

При побудові системи прогнозування з підбору оптимальних наборів для енергетичних станцій, слід враховувати, що кожний різновид такої станції, має свої певні переваги та недоліки, а також особливості з використання. Сонячна енергетика є однією з найпопулярніших форм альтернативної енергії, і її розвиток вимагає точного прогнозування потенціалу сонячної енергії у різних регіонах. Для цього використовуються різні методи прогнозування:

- Метеорологічні прогнози: Вони базуються на зібраних метеорологічних даних і можуть передбачити сонячне випромінювання та хмарність.
- Історичні дані: Аналіз історичних даних щодо сонячного випромінювання та виробництва електроенергії може допомогти у створенні точних прогнозів.

- Моделювання: Використання математичних моделей дозволяє прогнозувати виробництво сонячної енергії на основі різних факторів

Вітрова енергетика також є важливою складовою альтернативної енергії, і для її розвитку також необхідно ефективне прогнозування. Основні методи прогнозування вітрового потенціалу включають:

- Метеорологічні моделі: Вони враховують різні метеорологічні параметри, такі як швидкість та напрям вітру, атмосферний тиск і температура.
- Дистанційне спостереження: Використання сучасних технологій, таких як радари та супутникові системи, дозволяє в реальному часі спостерігати за рухом повітряних мас і передбачити зміни вітряного потоку.
- Статистичні методи: Аналіз історичних даних про швидкість вітру та виробництво електроенергії може допомогти у створенні прогнозів для виробництва енергії на основі вітру.

Ефективність застосування методів прогнозування в сонячній та вітровій енергетиці полягає в можливості оптимізувати роботу станцій, зменшити втрати і забезпечити стабільний виробничий процес. Подальше вдосконалення методів прогнозування та їх інтеграція з системами керування дозволять зробити альтернативну енергетику більш доступною та конкурентоспроможною.

Список використаної літератури

1. George Kariniotakis Renewable Energy Forecasting: From Models to Applications. Edition: 1stPublisher: Elsevier - Woodhead Publishing Editor, 2017
2. Steven Jones. Advanced Methods for Practical Applications in Fluid Mechanics, 2012.

УДК 658.7

АКТУАЛЬНІСТЬ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДО АГРОПРОМИСЛОВОЇ ГАЛУЗІ

Панченко Д.О., Шибаєва Н.О. (pchelysha@gmail.com, nati.shibaeva@gmail.com)
Національний університет «Одеська Політехніка» (Україна)

У тезах доповіді розглянуто прогноз врожаю який є однією з ключових задач у сільському господарстві. За допомогою регресійних моделей можна створювати прогнози на основі історичних даних про врожаї та вплив різних факторів, таких як погода і грунтова якість. Це допомагає сільськогосподарським виробникам ефективно планувати виробництво та вчасно реагувати на можливі ризики. Регресійне моделювання також допомагає оптимізувати використання ресурсів, таких як вода, добрива та пестициди. Моделі враховують фактори, що впливають на потребу у ресурсах, і допомагають визначити оптимальні дози та їх розподіл у часі та просторі. Це призводить до підвищення ефективності виробництва та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Сучасна агропромислова галузь активно діджіталізується та розвивається за рахунок активної інтеграції комп'ютерних технологій. Це дозволяє збільшувати продуктивність та ефективність досягнення результатів. Одним з напрямків діджіталізації – є застосування передових засобів з прогнозування та моделювання. Регресійне моделювання є потужним інструментом аналізу даних. Цей метод дозволяє встановлювати зв'язки між різними змінними і передбачати значення однієї змінної на основі інших. У контексті агропромисловості регресійне моделювання має великий потенціал і може бути використане для розв'язання різних завдань, таких як прогнозування врожаю, визначення впливу факторів на врожайність, планування сівозмін та багато інших [1].

Однією з ключових задач в агропромисловості є прогнозування врожаю. Регресійні моделі можуть бути використані для створення прогнозів на основі історичних даних про врожаї та вплив різних факторів, таких як погода, грунтова якість, застосування добрив та інші. Це дозволяє сільгоспвиробникам планувати виробництво, визначати необхідну кількість ресурсів та вчасно реагувати на можливі ризики.

Регресійне моделювання може допомогти оптимізувати використання ресурсів, таких як вода, добрива та пестициди. Моделі можуть враховувати фактори, які впливають на потребу у ресурсах, і допомагати визначити оптимальні дози та розподіл їх у часі та просторі. Це сприяє підвищенню ефективності виробництва та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

У зв'язку зі зміною клімату агропромисловість стикається з новими викликами. Регресійне моделювання дозволяє досліджувати вплив кліматичних змін на вирощувані культури і тваринництво. Аналіз змін у температурі, опадах та інших кліматичних параметрах може допомогти аграріям розробляти стратегії адаптації до нових умов.

Регресійне моделювання дозволяє визначити оптимальний план сівозмін, враховуючи вплив рослин на якість грунту, захист від хвороб та шкідників, а також попередні врожаї. Це сприяє збереженню родючості грунту та зниженню необхідності в застосуванні хімічних добрив [2].

Розробка сучасної інформаційної системи з використанням продуктивних цифрових засобів обробки інформації, інтеграції складних математичних алгоритмів та методів аналізу даних – дозволяє змінити підхід до агропромисловості. Регресійне моделювання в агропромисловості є потужним інструментом, який допомагає оптимізувати виробництво, прогнозувати врожаї та вивчати вплив різних факторів на сільськогосподарську діяльність. Цей метод може допомогти зробити сільське господарство більш стійким, ефективним та екологічно безпечним. Важливо пам'ятати, що точність регресійних моделей залежить від якості та обсягу вхідних даних, тому важливо збирати та аналізувати дані з увагою до деталей.

Список використаної літератури

1. Pavlo Lykhovyd Selecting the best target function to predict crop yields using their water use through regression analysis / Pavlo Lykhovyd, Raisa Vozhehova, Serhii Zaiets, Olena Piliarska // Grail of Science, 26, 2023. – p. 185-192.
2. Filipe Ribeiro Formiga Teixeira Nonlinear mixed-effect models to describe growth curves of pepper fruits in eight cultivars including group effects / Filipe Ribeiro Formiga Teixeira, Paulo Roberto Cecon, Matheus Massariol Suela, Moysés Nascimento // Agronomy, 2023.

УДК 004:62-52:004.03

ВЕБ-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ КОЛЕКТИВНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКІВ МАРКЕТИНГОВИХ СТРАТЕГІЙ

Пархоменко Г. С. (leeroyglebchik@gmail.com)
Національний університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В тезах розглядається розробка програмного застосунку для проведення колективної оцінки ризиків маркетингових стратегій з використанням методології покер планування. Приведена структура ризиків та їх наслідків. Формалізовано функціонал веб-застосунку з використанням діаграми варіантів використання.

Вступ. Маркетингові стратегії - це набір дій та методів, які компанія використовує для досягнення своїх цілей у сфері маркетингу та підвищення конкурентоспроможності на ринку. Ці стратегії розробляються з урахуванням особливостей товарів або послуг, цільової аудиторії та ринкового середовища. Оцінка ризиків маркетингових стратегій є важливою складовою процесу маркетингового планування. Ризики важливо визначити та оцінити заздалегідь, щоб приймати обгрунтовані рішення та розробляти плани ризиків. Тому розробка веб-застосунку для підтримки процесу оцінки ризиків, є актуальним завданням.

Мета роботи. Визначення вимог для веб-застосунку для колективної оцінки ризиків маркетингових стратегій з використанням методології покер планування.

Основна частина. Складні системи і оцінка ризиків їх функціонування є важливими аспектами сучасних досліджень та управління. Складні системи охоплюють велику кількість

взаємопов'язаних і взаємозалежних компонентів, і вивчення їх функціонування та управління стає все більше актуальним завдяки зростанню важливості сучасних організаційних і технологічних систем [1, 2].

Колективна оцінка ризиків використовується для залучення експертів та зацікавлених сторін для спільної оцінки ймовірності та наслідків ризиків. Вона допомагає знижувати невизначеність та приймати кращі управлінські рішення в умовах невизначеності [3].

Колективна оцінка ризиків - це процес залучення групи людей або команди для ідентифікації, оцінки та управління ризиками, пов'язаними з певними проектами, завданнями або подіями. Цей підхід дозволяє об'єднати знання та досвід кількох учасників для зрозуміння ризиків та прийняття рішень щодо їх управління, а також візуалізації результатів [4].

Першим етапом оцінки ризиків є їх ідентифікація та визначення наслідків. На рис. 1 наведена структура ризиків маркетингових стратегій та наслідки для цих ризиків. Наступним етапом є колективна оцінка визначених ризиків, адаптованих під певний проект. З проектом маркетингової стратегії пов’язується множина потенційних ризиків.

Методологія оцінки ризиків за допомогою "покер планування" або «Planning Poker» - це спосіб колективної оцінки ризиків, який використовується в Agile-командах для оцінки складності завдань. Цей метод може бути успішно застосований для оцінки ризиків проектів, оскільки він сприяє залученню експертів, командної роботі та розуміннюризиків на ранніх етапах проекту.

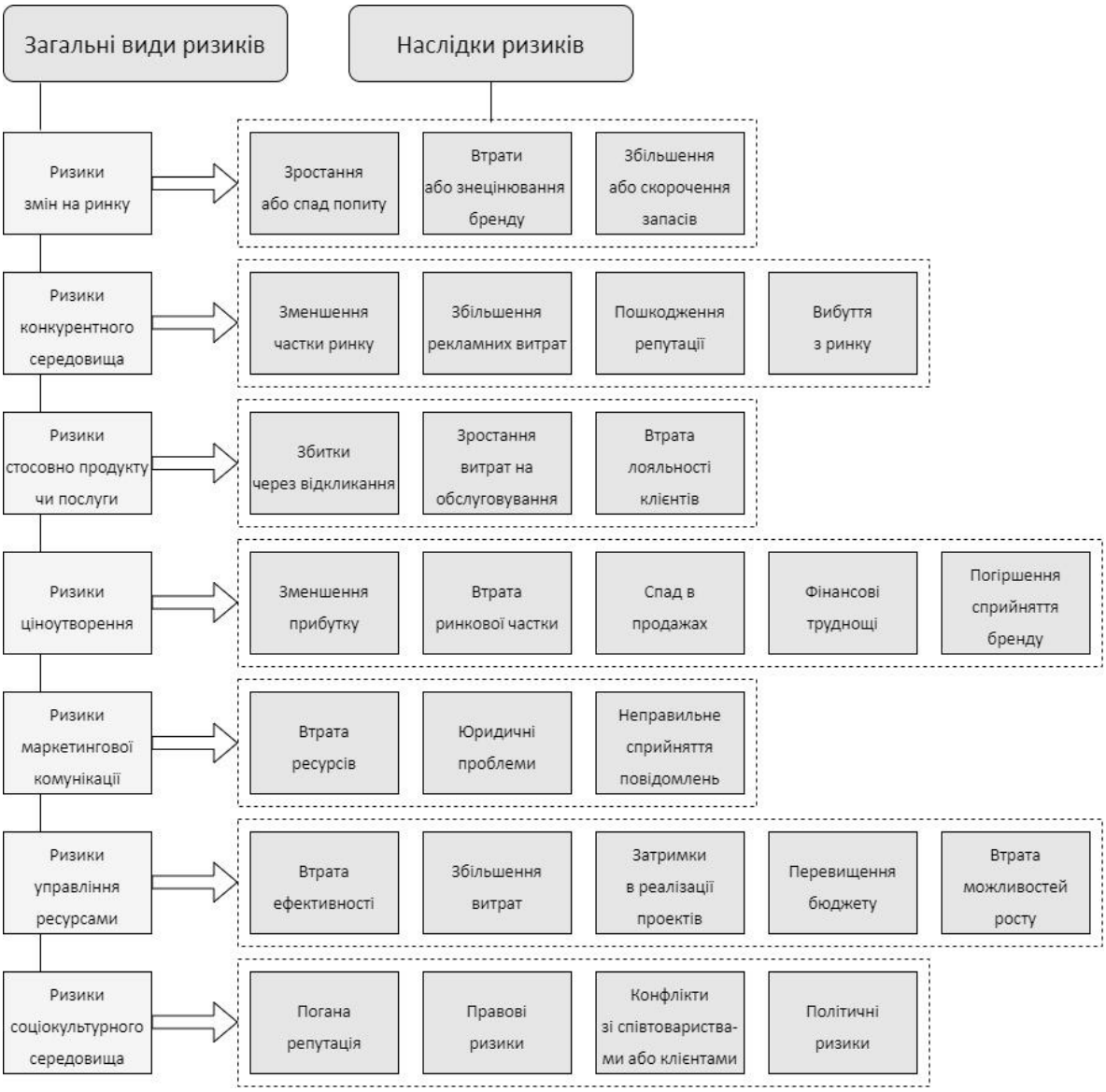


Рисунок 1 – Структура ризиків та їх наслідків

Кроки цієї методології при оцінці ризиків маркетингових стратегій наступні:

– визначення ризиків - учасники команди ідентифікують потенційні ризики, пов'язані з проектом або завданням;

– оцінка ризиків – кожен учасник команди отримує набір карток, які відповідають різним рівням ризику (наприклад, від 1 до 5, де 1 - низький ризик, 5 - великий ризик);

– голосування – учасники використовують свої карти для голосування за тим, як вони сприймають ризики. Кожен учасник обирає карту, яка найкраще відображає його оцінку ризику;

– обговорення – після голосування команда обговорює різницю в оцінках та вирішує підходящий рівень ризику для кожного ідентифікованого ризику;

– фіксація результатів – зафіксовуються обрані рівні ризику для кожного ідентифікованого ризику.

Цей метод дозволяє команді зрозуміти загальну усвідомленість ризиків, вирішити суперечності та призначити конкретні заходи для зменшення ризиків.

Веб-застосунок WebStratRisk розробляється для автоматизації дій, пов’язаних з колективною оцінкою ризиків щодо маркетингових стратегій.

На рис. 2 наведений функціонал застосунку у вигляді UML діаграми UseCases.

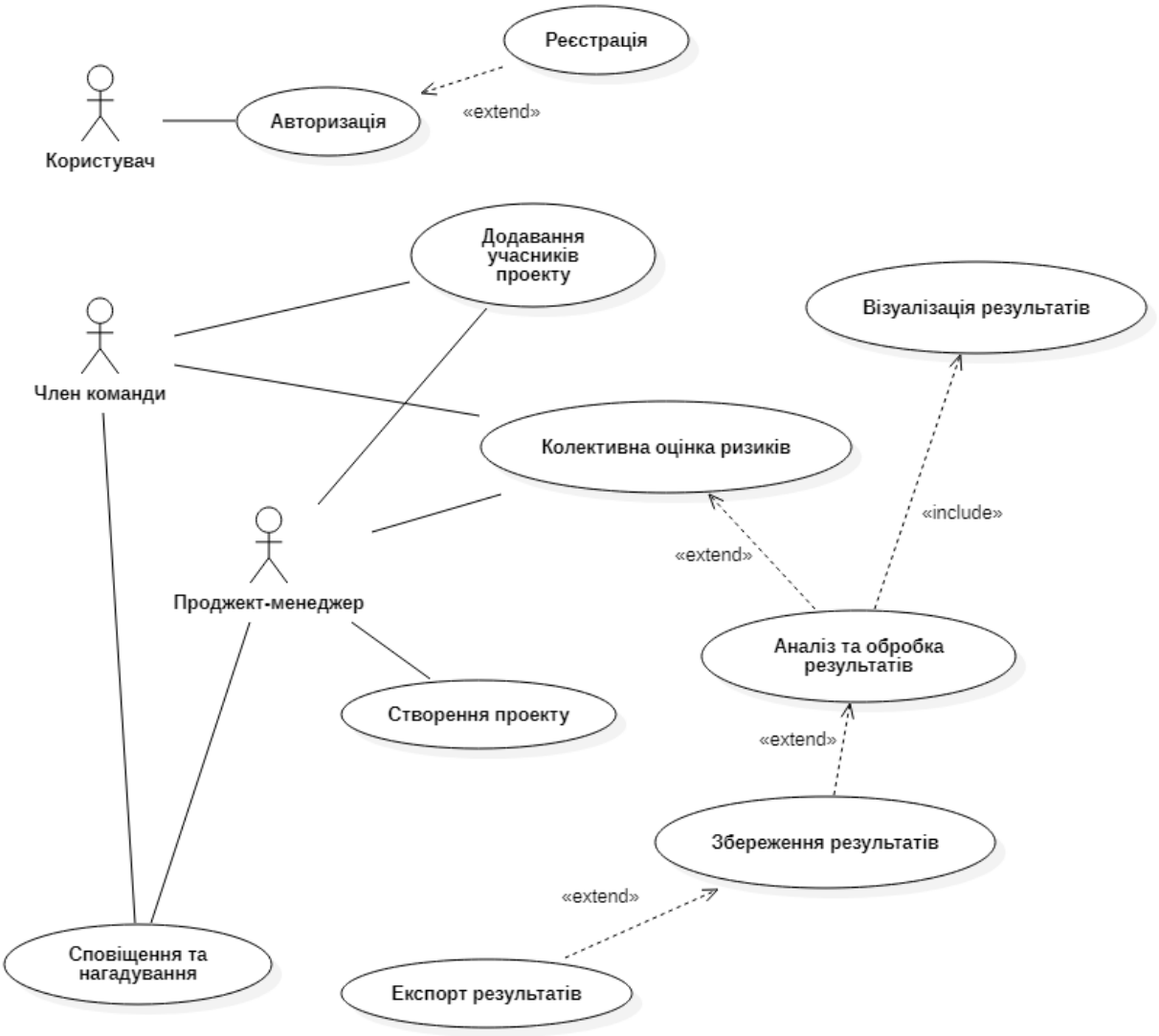


Рисунок 2 – Діаграма UseCases для веб-застосунку WebStratRisk

Висновки. Використання «Planning Poker» сприяє більш об'єктивній та колективній оцінці ризиків, що допомагає покращити процес управління ризиками в проектах. Веб-застосунок WebStratRiskпризначений для автоматизації дій, пов’язаних з колективною оцінкою ризиків. У

роботі визначено функціональні вимоги до WebStratRisk та наведена структура потенційних ризиків та їх наслідків.

Список літератури

1. Komleva N., Liubchenko V., Zinovatna S., Kobets V. Decision support system for quality management in learning process. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2711, pp. 430–442.
2. Komleva N., Liubchenko V., Zinovatna S. Improvement of teaching quality in the view of a resource-based approach. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2740,pp. 262–277.
3. N. Komleva, V. Liubchenko, S. Zinovatna, V. Kobets, Risk management with lean methodology, in: Proceedings of the 1st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems, CITRisk 2020, CEUR-WS, Kherson Ukraine, 2020,vol. 2805, pp. 266–281. [Online]. Available: http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper20.pdf
4. Komleva N, Liubchenko V, Zinovatna S. Evaluation of the Quality of Survey Data and its Visualization Using Dashboards. 15th International Scientific and Technical Conference «Computer Science and Information Technologies» Lviv Polytechnic National University. Lviv, Ukraine, September 23-26, 2020. vol. 2, pp. 234–237. DOI: 10.1109/ CSIT49958.2020.9321970.

UDK 004.318

TOWARD THE DEVELOPMENT OF EVOLVING COMPUTERIZED SYSTEMS FOR PROCESSING KNOWLEDGE DOMAIN

Petrenko M.G (petrng@ukr.net), Boyko M.O., Boyko O.Y.
Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine (Ukraine)

Abstract. *The development of evolving and self-developing computerized knowledge systems and deep artificial intelligence systems are closely intertwined and share common roots in their evolution. A central objective for these systems is the creation of a comprehensive scientific model of the world and its effective utilization. While the former systems are progressing toward establishing a global network of transdisciplinary knowledge, forming clusters aimed at addressing humanity's most complex challenges, the latter systems are advancing toward attaining the capacity for common sense thinking and a holistic understanding of the world, mirroring human cognition.*

In this thesis, we consider evolving and self-developing computerized knowledge systems and deep artificial intelligence systems, and trends in development of these type of systems.

The development of evolving and self-developing computerized knowledge systems and deep artificial intelligence (DAI) systems are closely intertwined and share common roots in their evolution. A central objective for these systems is the creation of a comprehensive scientific model of the world (SMW) and its effective utilization. While the former systems are progressing toward establishing a global network of transdisciplinary knowledge, forming clusters aimed at addressing humanity's most complex challenges, the latter systems are advancing toward attaining the capacity for common sense thinking and a holistic understanding of the world, mirroring human cognition.

The pursuit of achieving human-level artificial intelligence (AI) represents one of the most captivating and compelling areas of research within the field of AI. It holds the promise of potentially delivering groundbreaking innovations with profound implications for humanity. Nevertheless, at present, AI remains a practical tool with relatively limited applicability in various aspects.

It is undeniable that AI systems engineered to address real-world challenges will continue to evolve, benefiting from advancements in cutting-edge research. However, in the foreseeable future, the full realization of AI's potential is expected to manifest in the form of a rapid proliferation of specialized applications. This trend is already discernible across a wide spectrum of industries, the economy, and various facets of social life. It is indisputable that AI harbors vast potential, extending its influence into diverse domains, including scientific research and the facilitation of large-scale technological innovations [1–4].

Here it is appropriate to cite a well-known analysis of global problems in the creation of DAI. David Ferrucci, CEO and founder of AI startup Elemental Cognition, believes that solving the problem of natural language understanding is the most accurate way to create universal intelligence. Rather than delving into brain physiology like the DeepMind team, Ferrucci believes it is possible to directly create a system that can surpass the human level of natural language understanding, use of logic and reasoning. What sets him apart from other AI researchers is his belief that the basic building blocks for creating universal intelligence are already in place [1].

To realize this objective, the Elemental Cognition team is actively engaged in constructing a hybrid system. This system harmoniously melds deep neural networks and other machine learning methodologies with program modules designed to bolster logic and reasoning, grounded in the principles of traditional programming paradigms. A noteworthy facet of the present landscape is the opportunity for a constructive convergence and integration, rather than a dichotomy, between philosophical symbolist and connectionist systems. This new direction of research has been coined as "neurosymbolic AI" [1, 2].

The comprehension of cause-and-effect relationships holds paramount significance for nurturing imagination and cultivating the capacity to devise alternative scenarios for problem-solving. In contrast to reinforcement learning algorithms within neural networks, which often require a multitude of failures before grasping successful strategies, humans possess the ability to engage in mental modeling. Through this cognitive process, we can anticipate the probable consequences of various courses of action. This ability hinges on our intuitive grasp of causality, as it enables us to inquire and respond to the pivotal question, "why?". It is well-established that a profound comprehension of causality, characterized by the aptitude to pose and address questions related to causation, will play a pivotal role in the development of universal machine intelligence [3].

The capability to extract information from one document and effectively transfer it to diverse domains stands as a hallmark of human intelligence, serving as a foundational requirement for fostering creativity and innovation. To ensure the practical utility of universal machine intelligence, it must surpass the limited capacity of merely answering questions based on text comprehension. Its true value lies in its aptitude to employ its acquired knowledge and comprehension to address entirely novel challenges. Before we can place genuine confidence in the ability of an AI system to achieve this feat, it must transcend the superficial understanding currently exhibited by deep neural networks and attain authentic comprehension. The capacity to apply knowledge across various domains and in novel contexts may indeed serve as the ultimate litmus test for evaluating the depth of machine intelligence [1].

Indeed, we concur with D. Ferrucci's assertion that "the ability to extract information from one source and successfully apply it in other spheres (and situations) is a fundamental requirement for creativity and innovation" [2].

In our perspective, achieving human-like reasoning capabilities in DAI necessitates the development of a SMW, ideally tailored to the specific domain or, at the very least, a SMW for subject disciplines. The construction of such a model should be underpinned by an ontological approach and the establishment of a Scientific-Ontological Conceptual Model (SOMW). The forthcoming discussion will delve into the significance of creating and employing the latter. This approach emphasizes the important role of structured ontological knowledge representation in enabling the use of DAI to be used to emulate human-like reasoning processes.

The ontological approach to information processing and knowledge representation indeed emerged as a response to the need for a unified standard for formalizing knowledge across diverse and heterogeneous knowledge domains. This approach seeks to provide a common framework and set of principles that enable the systematic representation, organization, and interrelation of knowledge, regardless of the specific field or domain of expertise. The development of ontological methods has made it possible to create effective means of building (developing) knowledge-oriented systems and, very importantly, the technological basis for the systemology of transdisciplinary interaction and ontological engineering as a section of modern artificial intelligence [4].

Ontology, as a formal model of knowledge representation, is usually characterized by a quadruple consisting of the following components:

1. Classes: They represent categories or concepts in the domain of interest. Classes serve as a way of grouping related entities based on common characteristics.

2. Properties: Properties describe attributes or relationships associated with classes and individuals. They define the relationship between classes and individuals and may include terms such as "have", "be", or "be part of".

3. Individuals: Individuals are concrete instances or members of classes. They are concrete entities in a domain and can be considered as real objects, concepts, or instances that are described.

4. Axioms or constraints: Axioms or constraints establish rules or logical statements that govern relationships and behavior in an ontology. They help to ensure consistency and logical coherence of the ontology.

The four form the basis of ontology modeling, allowing for a structured and systematic representation of knowledge in a particular domain. It provides a formal basis for capturing and organizing information in a way that is accessible to both human understanding and machine reasoning [4].

The ontological approach indeed offers users a comprehensive systemic perspective on a subject area or intricate research project. By employing ontological knowledge models, it becomes possible to establish classes, objects, functional processes, and formal theories. Ontological technologies facilitate the development of information-analytical systems, both for research purposes and within corporate environments. These systems encompass a wide spectrum of capabilities, ranging from multifactor analysis of initial information resources to the facilitation of collaborative decision-making and knowledge management systems. In addition, ontologies are the direct object of manipulation and result of Semantic Web technologies.

The ontological toolkit proves to be invaluable in constructing a Linguistic-Ontological Model of the World (LOMW), which can be envisioned as a lexicographic system. This LOMW is not only regarded as an integral part of the broader Scientific Model of the World (SMW) but also stands as a key component within systems designed for the analysis and comprehension of natural language objects [5].

In this context, the LOMW serves as a categorical superstructure, offering a structured and semantically rich foundation for knowledge bases specific to various domains of expertise. It also plays a crucial role in the integration of diverse knowledge repositories. By providing a comprehensive and well-organized framework for linguistic and ontological elements, the LOMW facilitates enhanced understanding, communication, and knowledge management, ultimately contributing to the advancement of both domain-specific and interdisciplinary research and applications.

ЛІТЕРАТУРА

1. Форд М. Власть роботов: как подготовиться к неизбежному. Альпина нон-фикшн, 2022. 308 с.
2. Ford M. Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Packt Publishing, 2018. 554 p. p. 405–422.
3. Ford M. Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Packt Publishing, 2018. 554 p. p. 357–374.
4. Ontology-Driven Processing of Transdisciplinary Domain Knowledge / O. Palagin et al. Iowa State University Digital Press, 2023. 189 p. URL: https://doi.org/10.31274/isudp.2023.140 (date of access: 06.10.2023).
5. Palagin A. V. An Ontological Conception of Informatization of Scientific Investigations. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2016. vol. 52, no. 1. p. 1–7. URL: https://doi.org/10.1007/s10559-016-9793-6 (date of access: 06.10.2023).

УДК 004.9

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПОКРИТТЯ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Пилипенко Д. Ю., Коваленко О.О. (ok@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Метою досліджень є розробка методики оцінювання рівня покриття процесів тестування програмних продуктів. Сутність методу полягає у виявленні контрольних точок та параметрів в кейсах тестування з подальшим формування спеціальних чек-листів. Отримані результати

перевіряються відповідно до відгуків замовника та користувачів для подальшого корегування кейсів тестування та контролю ключових показників.

Кейси тестування поєднують план тестування, історії використання програмного продукту, умови впровадження, показники оцінювання якості програмного продукту. Вони також використовуються для валідації, чи відповідає програмне забезпечення вимогам перед випуском на ринок.

Кейси тестування програмного забезпечення (test cases) – це документовані інструкції, які визначають кроки для виконання конкретного тесту, щоб перевірити, чи працює програмне забезпечення належним чином та відповідає вимогам [1]. Кейси тестування є важливою частиною тестової документації і використовуються для систематичного і структурованого проведення тестів. Ось деякі загальні елементи, які містяться в кейсах тестування:

Назва кейсу: Ідентифікуюча назва для тестового кейсу.

Опис: Короткий опис тестового сценарію та його мета.

Передумови: Умови, які повинні бути виконані перед початком тестування, такі як налаштування середовища.

Кроки виконання: Детальні інструкції для виконання тесту, включаючи вхідні дії, взаємодію з програмою і очікувані результати.

Очікуваний результат: Опис того, що має статися після виконання кожного кроку.

Умови припинення: Умови, за яких тест вважається успішно завершеним або невдалим.

Додаткові деталі: Додаткова інформація, така як додаткові дані чи умови, необхідні для виконання тесту.

Пріоритет тесту: Вказання важливості тесту (наприклад, високий, середній, низький).

Спрощення тесту: Вказання, які частини тесту можуть бути автоматизовані.

Результат тесту: Тест успішний (або невдалий, відкладений).

Показники результату тесту.

Чеклист тестування програмного продукту – це документ, який містить перелік завдань, етапів і пунктів, які потрібно перевірити або виконати під час процесу тестування програмного продукту. Цей чеклист допомагає організувати тестування та забезпечує систематичний підхід до перевірки функціональності, продуктивності, безпеки та інших аспектів програмного продукту. Цей перелік може виглядати наступним чином:

Функціональність:

Перевірте, чи програма виконує всі функції відповідно до специфікацій.

Переконайтеся, що усі вхідні дані оброблюються належним чином.

Перевірте, чи програма поводиться коректно в умовах, коли введені некоректні дані.

Користувацький інтерфейс:

Перевірте, чи інтерфейс програми є інтуїтивно зрозумлим для користувача.

Переконайтеся, що всі елементи і кнопки інтерфейсу працюють правильно.

Сумісність:

Перевірте, чи програма працює на різних операційних системах.

Переконайтеся, що програма коректно працює в різних браузерах (якщо це веб-додаток).

Безпека:

Перевірте, чи програма захищена від загроз безпеки, таких як атаки на переповнення буфера або SQL-ін'єкції.

Переконайтеся, що дані користувачів зашифровані відповідно до вимог.

Продуктивність:

Проведіть тести продуктивності, вимірюючи швидкість відгуку та завантаження системи під навантаженням.

Відновлення від відмов:

Переконайтеся, що програма може відновитися після відмови чи падіння.

Документація:

Перевірте наявність та коректність документації для програми, включаючи інструкції користувача та технічну документацію.

Тестування на відповідність вимогам:

Порівняйте результати тестування з вимогами до програми.

Автоматизоване тестування:
Переконайтеся, що автоматизовані тести запускаються та проходять успішно.
Тестування інтеграції:
Перевірте взаємодію програми з іншими системами чи сервісами.
Підтримка мобільних платформ (якщо потрібно):
Перевірте, чи програма працює на мобільних пристроях та планшетах.
Тестування на помилки:
Шукайте та документуйте будь-які помилки, які виявляються під час тестування.
Тестування відправки та прийому даних (якщо це застосовується):
Переконайтеся, що передача даних між програмою та іншими системами працює коректно.
Тестування відновлення та резервного копіювання:
Переконайтеся, що програма може відновити дані з резервних копій.
Підготовка до випуску (Release Readiness):
Переконайтеся, що всі тести завершені і результати задокументовані.
Проведіть фінальний аудит програмного продукту перед випуском.

Відповідно до кожного з частин чек-листа можна сформувати окремі кейси. Також кейси на основі історій користувачів повинні містити список перевірки параметрів а чек-листами. Саме тому методика використання кейсів та чек-листів може бути представлена таким чином:

1. Формування кейсів за історіями користувачів.
2. \Формування кейсів за частинами стандартного чек-листа.
3. Формування кейсів відповідно до особливостей програмного забезпечення.
4. Узагальнення та формування списків параметрів для тестування якості програмного продукту.
5. Формування загального чек-листа для тестування програмного продукту.
6. Аналіз результатів роботи програмного продукту відповідно до протоколів пілотних проєктів, а також в реальному використанні.
7. Коригування кейсів та чек-листів відповідно до результатів роботи програмних продуктів.

Комплексний метод тестування на основі кейсів та чек-листів дозволяє більш гнучко здійснювати процеси тестування та отримувати результати підтвердження якості продукту.

При формуванні кейсів та чек-листів доцільно використовувати інструментарій систем штучного інтелекту.

Список використаної літератури

1. Глибоке занурення в тестування. URL: https://www.zaptest.com/uk/.
2. Haenlein, Michael & Kaplan, Andreas.. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. California Management Review. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/334539401_ A_Brief_History_of_Artificial_Intelligence_ On_the_Past_Present_and_Future_of_Artifici al_Intelligence

УДК 519.246

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВРОЖАЮ ДЛЯ ПРИВАТНИХ САДОВИХ ГОСПОДАРСТВ

Подкалюк Є.П., Гунченко Ю.О.
(podkaluk.liza@gmail.com, gunchenko@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

У тезах доповіді розглянуто багатофакторну систему прогнозування яка враховує не один окремий фактор, а кілька параметрів разом, включаючи клімат, властивості грунту, водопостачання, історію росту рослин та прогнозовані зміни у погоді. Впровадження інформаційних технологій у системи прогнозування для садівництва що дозволяє покращити врожайність, зменшити втрати і спростити управління садовим господарством. Ці технології допомагають садівникам моніторити погоду, оптимізувати зрошення і добрива, управляти даними про сорти рослин та вчасно реагувати на шкідників і хвороби.

Приватне садівництво, як галузь, є однією з найважливіших галузей для багатьох людей. Вирощування рослин та догляд за ними не тільки надає задоволення, а й забезпечує сім'ї свіжими продуктами. Однак навіть у світі сучасних технологій садівництво залишається великим викликом через низку факторів, таких як клімат, грунтова якість, вода, догляд та віруси. В таких умовах системи прогнозування виграють важливу роль, надаючи садівникам можливість планувати та вирішувати проблеми заздалегідь. Однією з ефективних стратегій є використання багатофакторних систем прогнозування[1].

Багатофакторна система прогнозування - це підхід, який враховує не лише один окремий фактор, а кілька параметрів разом. В садівництві це може включати в себе аналіз кліматичних умов, властивостей ґрунту, водопостачання, історії росту рослин, а також прогнозовані зміни у погоді.

Запровадження інформаційних технологій в системи прогнозування для садівництва може значно покращити урожайність, зменшити втрати та спростити управління садовим господарством. Технології та програмні засоби можуть допомогти садівникам у вирішенні різних завдань, включаючи моніторинг та прогнозування погодних умов, оптимізацію зрошення та добрив, а також управління даними про сорти рослин [2].

Серед актуальних переваг застосування розробки та впровадження інформаційних систем з прогнозування для садівництва, слід визначити:

– Підвищення врожаю. Багатофакторний аналіз дозволяє оптимізувати параметри для кожного виду рослин окремо, забезпечуючи оптимальні умови для їх зростання.
– Ефективне використання води. Аналізуючи дані про вологість грунту та прогнози дощів, системи можуть вказати, коли потрібно поливати рослини, оптимізуючи використання води.
– Боротьба з шкідниками та хворобами. Системи можуть виявляти шкідників та хвороби, надаючи можливість вчасно реагувати та запобігати поширенню захворювань.
– Планування ресурсів. Прогнози можуть допомогти визначити, які рослини висаджувати у наступному сезоні, щоб оптимізувати використання грунту та ресурсів.
– Підвищення витратної ефективності. Шляхом врахування різних факторів, можна підібрати оптимальні добрива, грунтові добавки та інші матеріали, зменшуючи витрати.

Багатофакторні системи прогнозування є ключовим інструментом для сучасного приватного садівництва. Вони допомагають садівникам оптимізувати вирощування, забезпечуючи максимальний врожай при мінімальних зусиллях та витратах. Використання складних та потужних програмних рішень та розроблених алгоритмів, дозволить суттєво підвисити ефективність врожайності та оптимізувати процес контролю якості за рослинами.

Список використаної літератури

1. Information Technologies in Environmental Engineering. Paulina Golinska, Marek Fertsch, Jorge Marx-Gómez. 2011.
2. Golinska-Dawson, P., Mrugalska, B., Lai, K.K. et al. Editorial: Smart and sustainable supply chain and logistics - trends, challenges, methods and best practices. Ann Oper Res 324, 2023 – с. 1–11.

УДК 331.108.2

СТВОРЕННЯ ТА ПРОСУВАННЯ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ WEB-РЕСУРСУ

Похлєбіна Н.О. (believe7dream@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Анотація. Створення web-ресурсу містить декілька кроків. Замовник та розробник повинні пройти шлях від ідеї до реалізації. Повинні бути надані референси, виділена мета та основна задача сайту. Також слід приділити увагу зовнішньому вигляду, що дозволить виділить ресурс серед конкурентів. Також виділимо SEO частину без якої просування на разі є неможливим.

Актуальність теми. Наразі інтернет, як складова нашого життя посів одно з передових

місць у життя. Майже усі сфери нашого життя пов’язані із технологіями, інтернетом. Тож не можна не сказати, що інтернет – це вже невід’ємна частина побуту.

Із стрімким розвитком індустрії, а також пандемією COVID-19 майже усі провідні сфери перейшли в онлайн роботу та взаємодію із людьми. Таким чином попит на онлайн послуги став стрімко рости. Це призвело до того, що вся торгівля мусить переходити в онлайн продажі та розвивати свої інтернет магазини та торгові площі [1].

Слід зазначити, що конкуренція в інтернеті не гірша ніж у реальному життя, бо навіть більша. І кожна компанія прагне з’явитися на перших сторінках запитів Google, адже переважна більшість людей переглядають не більше 3-4 сторінок свого запиту. Отже, для того аби вивести свій магазин на перші сторінки запитів, слід правильно проаналізувати та обрати стратегію просування.

Проаналізувавши різні підходи просування, можна звести основні задачі до наступного [2]:

- Детальний аудит ніші допомагає зрозуміти об'єм та кількість гравців середовища. Також стають зрозумілі сценарії та цикли комунікацій з клієнтами.
- Аналіз конкурентів. Вивчаємо найближчих конкурентів в регіоні та маркетингові заходи, які вони використовують.
- Аудит промоцій підприємства. Перевіряємо засоби просування, сценарії комунікативних кампаній, аналізуємо поточну ЦА, оцінюємо ефективність рекламних кампаній. Проводиться swot-аудит компанії.
- Розробка стратегії розвитку компанії. Встановлюються реалістичні цілі, обираються розумні часові рамки, виділяється бюджет на реалізацію стратегії.

Фахівці з маркетингу створюють план дій, спрямований на зростання впізнаваємості бренду та ріст продажів.

З огляду на вищесказане просування в мережі інтернет є актуальним напрямком дослідження.

Мета і задачі дослідження. Створення та просування в мережі Інтернет WEB-ресурсу для ефективного дрібнооптового продажу товарів

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і розв'язані наступні задачі:

- досліджено предметну область;
- проведено аналіз публікацій останніх років та існуючих систем аналогів;
- спроектовано WEB-ресурс;
- створено базу даних для зберігання усіх замовлень;
- реалізовано можливість огляду попередніх замовлень користувачів за допомогою аналітичних графіків та таблиць;
- створено механізм побудови рейтингової таблиці продуктів;
- розглянуті існуючі алгоритми просування WEB-ресурсів;

Об'єктом дослідження є проблема застосування інформаційних технологій для підвищення якості продажів та велика кількість вже існуючих алгоритмів.

Предметом дослідження процес просування інтернет ресурсів для ефективного дрібнооптового продажу товарів.

Методи дослідження. При дослідженні основних проблем предметної області використано системний підхід, аналіз аналогів та виявлення критеріїв проведено із використанням методів інтелектуального аналізу. Проаналізовано методи, алгоритми та види просування систем.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження реалізовані у веб-сторінці, яка надає можливість замовляти та отримувати замовлення. Проводити аналіз усіх замовлень, що допоможе краще просувати сторінку Сервіс є гнучким для подальшого розширення, що дає змогу додавати нові критерії для аналітики, додавати та змінювати технології та мови програмування, що дозволяє його використання фахівцями інших спеціальностей.

SEO аудит сайту - це аналіз всіх помилок та областей сайту зі втраченим потенціалом, список рекомендацій для власника та технічних завдань для програміста, впровадивши які сайт починає отримувати більше трафіку та покращення видимості у пошуковиках за цільовими ключовими запитами [3].

Високі рейтинги мають важливе значення, оскільки вони забезпечують можливість залучати цільових клієнтів на комерційні та корпоративні веб-ресурси абсолютно безкоштовно. Завдяки грамотному просуванню, фірми-виробники можуть розвиватися і збільшувати свою

клієнтську базу через інтернет. SEO-оптимізація надає власникам інтернет-проектів можливість залучати безліч партнерів і клієнтів, при цьому мінімізуючи витрати. Крім того, добре просувний сайт швидко перетворюється на ефективний інструмент для цілодобових продажів по всьому світу. Тому професія SEO-оптимізатора, навіть незважаючи на свою відносну молодість, з успіхом увійшла до списку найбільш затребуваних і високооплачуваних спеціальностей у сфері інформаційних технологій.

Процес просування сайту можна розбити на кілька етапів, починаючи з підготовчого. На початковому етапі вебмайстер займається адаптацією структури сайту для подальшого просування. Це охоплює внесення змін у дизайн шаблону, перевірку і виправлення помилок у HTML-коді, налаштування файлу індексації та оптимізацію часу завантаження сторінок.

Наступний етап пов'язаний із визначенням семантичного ядра ресурсу. На цьому етапі важливо ретельно вибрати ключові слова, які найточніше відображають тематику сайту. Хоча можна просувати сайт і без цього кроку, це не призведе до бажаних результатів, оскільки потік відвідувачів залишиться значно меншим, ніж у сайтів із чітко визначеним семантичним ядром.

Далі йде внутрішня оптимізація ресурсу. Після успішного вибору ядра необхідно створити контент, включно зі статтями і текстами, оптимізованими під обрані ключові фрази. Якісні SEO-тексти, що враховують важливі чинники ранжування, відіграють ключову роль у просуванні сайту. Це завдання власники сайтів і вебмайстри часто вирішують самостійно, оскільки для нього не потрібно глибоких технічних знань.

Передостанній етап - перелінковка сайту. Після завершення попередніх кроків, переходять до процесу розміщення посилань на інші сторінки всередині ресурсу. Завдяки наявності внутрішніх посилань, пошукові роботи легше індексують як старі, так і нові документи на сайті. Існують також спеціалізовані плагіни, які автоматизують процес перелінковки сторінок. Деякі власники сайтів, особливо ті, що ведуть свої блоги, можуть використовувати такі сторонні плагіни, але це іноді негативно впливає на результати просування сайту.

Переходимо до заключного етапу - зовнішнього просування. Зовнішнє просування включає в себе процес придбання зворотних посилань на ваш сайт з інших ресурсів. Для цієї мети часто використовують спеціальні сервіси та біржі, де можна знайти осіб, готових розмістити посилання на своїх ресурсах за певну плату. Однак цей метод просування має недоліки, такі як високі витрати та ризик зв'язатися з недобросовісними власниками зовнішніх ресурсів.

На перший погляд, SEO-просування може здатися складним, але воно легко освоюється, якщо підходити до нього поетапно й уважно вивчати кожен аспект оптимізації.

Успішним інтернет-ресурс може стати тільки в разі, якщо його просування було виконано правильно. Перший фактор - це унікальність контенту. Унікальність контенту є найважливішою складовою будь-якого веб-ресурсу, оскільки саме через контент інтернет-користувачі відвідують сторінки. Якісне просування сайту неможливе без якісного та унікального контенту. На сайті мають бути унікальні описи товарів, зображення, опис послуг, які надаються власником сайту. Ще одним істотним аспектом є наявність посилань, що ведуть на сайт ззовні. Зовнішні посилання є важливим фактором у процесі просування. Їх наявність свідчить про постійний розвиток інтернет-проєкту. Кількість зовнішніх посилань впливає на ступінь сприйняття сайту пошуковою системою. Отже, кількість таких посилань впливає на позиції сайту в результатах пошуку.

Також слід пам’ятати про такі такі аспекти, як реєстрація фірми, компанії на картах Google. Такий крок дасть змогу привернути увагу потенційних клінтів. Також слід пам’ятати про розробку ресурса під мобільний додаток.

Висновок. Створення та просування ресурсу в мережі інтернет потребує детального аналізу, як з точки зору розробки так і просування. Слід зазначити, що ці два аспекти тісно взаємодіють між собою.

Список використаних джерел

[1]. Просування підприємства в мережі Інтернет. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://west-info.ua/articles/zasoby-prosuvannia-pidpryiemstva/

[2]. Станько І. В. Дослідження, проектування та реалізація стратегії просування веб-ресурсів методами Search engine optimization (SEO) : MS thesis / І. В. Станько. – Тернопіль : ТНТУ, 2022 – 109 с.

[3]. Астістова Т. І. SEO-оптимізація в системі моніторингу WEB-ресурсів [Текст] / Т. І. Астістова // Технології та інжиніринг. - 2023. - № 1 (12). - С. 9-17.

УДК 004

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНИХ СХИЛЬНОСТЕЙ УЧНІВ

Предеін Н.Д., Щербакова Г.Ю**.** (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати створеного проекту програмного застосування оцінки професійних схильностей учнів для опису структури системи, яка базується на застосуванні методів машинного навчання .

Вступ. В сучасному світі гостро постає питання ідентифікації людини та пошук шляхів її професійного зростання та розвитку в процесі навчання. Невід'ємною частиною процесу навчання стають комп'ютерні інформаційні технології. Сучасні мультимедійні технології (МТ) підтримки процесів освіти активно використовуються як основа для формування нового напряму навчання [1], МТ засновані на використанні інтерактивних та обчислювальних можливостей комп'ютерів, із залученням мов та технологій програмування.

На практиці важливим є формування в учнів навичок до самоконтролю, самостійної оцінки та модифікації інтерактивності процесу навчання, що є важливим аспектом підготовки учнів до постійної самоосвіти. Тобто. контроль, з урахуванням використання методів підбору навчальних матеріалів, може дозволяти отримання необхідних даних для об'єктивної оцінки результатів освіти, виявляти недоліки у процесі, стимулюючи у своїй пізнавальний інтерес учнів, потребу систематизації його роботи [2].

Таким чином, розглянуті особливості процесу освіти багато в чому обумовлюють актуальність застосування методів підбору цільового персоналізованого освітнього контенту. Використання таких підходів дозволяє здійснити підтримку переходу від пасивного до активного формату організації освітнього процесу, у якому учень стає суб'єктом навчальної діяльності, мотивованим до освіти. Можливість надання системної інтерактивної взаємодії на учнів на навчальних заняттях, високий рівень деталізації та наочності основ, що викладаються, раціоналізація використання часу, підвищення можливостей відображення навчального матеріалу, все це є ключовими перевагами застосування таких підходів для підвищення загальної ефективності навчального процесу. Доцільним джерелом даних про учнів можуть стати соціальні мережі, в яких є доступними їх текстові пости та загальна інформація з інтересів, яка може бути інтерпретована по різному.

Постановка завдання. Актуальним завданням є дослідження специфіки та можливостей застосування методів та підходів виявлення інтересів та схильностей учнів на основі аналізу їх поведінкових патернів у соціальній мережі з використанням алгоритмів машинного навчання та інтелектуального аналізу даних.

Основним функціоналом проекту пропонованого в рамках даної роботи програмного застосування є:

- імпорт вхідного набору даних до робочого оточення;
- проведення розвідувального аналізу даних для оцінки різних статистик з датасету по ознаках;
- побудова та навчання моделей для здійснення аналізу даних;
- візуалізація отриманих результатів у графічному вигляді, зокрема по метриках та властивостях моделей.

Для зберігання зібраних даних використано хмарний сервіс Google Disk, його підключення здійснюється через пакет google.colab.drive. Всі зазначені залежності автоматично розміщені у хмарному робочому оточенні google colab після їх завантаження та можуть бути використані у коді програми. Текстові значення постів до передобробки мають великий розмір та різнорідну

структуру, у зв'язку з чим не коректно відображаються в обмеженому просторі, тому замінені на три крапки.

Фрагмент імпорту основних залежностей до проекту наведено на рис.1. Імплементацію проекту виконано засобами мови програмування Python та середовища Google Colab з використанням Jupiter Notebook.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import scipy as sp
import random

import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib as mpl
import seaborn as sns

import re
from bs4 import BeautifulSoup
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer, TfidfTransformer, CountVectorizer
import nltk
from nltk.stem import PorterStemmer

from sklearn.metrics import accuracy_score, f1_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.multioutput import MultiOutputClassifier
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
from xgboost import XGBClassifier
from lightgbm import LGBMClassifier
from sklearn.decomposition import TruncatedSVD
```

Рисунок 1 – Фрагмент імпорту основних залежностей до проекту

Як можна помітити набір даних постів користувачів становить 5851 запис, порожні значення і пропуски відсутні. Для обробки та зберігання даних використовується об'єкт бібліотеки pandas.

Для зручності візуалізації створено список палітри кольорів і за допомогою бібліотеки seaborn виконана візуалізація вертикальної гістограми для кожного з TIMів. Можна відзначити, що значення INFP, INFJ, INTP, INTJ, ENTP та ENFP переважають за частотою над іншими, що говорить про деякий дисбаланс даних категорій. Розмір навчальної вибірки становить 70%, тестовий 30% від загального обсягу записів, значення випадкового параметра зсуву становить 42. Для зберігання вхідних даних використовуються кортежі X_train, X_test, зберігання вихідних даних – y_train, y_test. Для навчання використовуються об'єкти логістичної регресії (LogisticRegression), вирішальних дерев (LGBMClassifier), бустингу (XGBClassifier) та Байєса (GaussianNM), які формуються за допомогою методу my_model.

Висновки. Застосування в рамках процесу оцінки інтересів та схильностей до конкретних сфер трудової активності положень соціоніки в комплексі з аналізом різної персональної інформації про учнів, взятої із соціальних мереж, дозволяє сформувати більш обґрунтований психологічний портрет майбутнього спеціаліста ще на етапі формування його особистості та навчання як природним, так та гуманітарних наук.

Список використаної літератури

[1] Мулюкова К. В. Порівняльний аналіз сучасних інструментів Data Mining // Молодий вчений. - 2019. - №1. - С. 19-21

[2] Біктимирів М.Р. Тенденції розвитку технологій обробки великих даних та інструментарію зберігання різноформатних даних та аналітики // Ukraine Digital Libraries Journal. - 2016. - № 5. - Т.19. - С.390-406.

УДК 681.5015:007

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ З МОНОРЕПОЗИТОРІЯМИ: ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

О. В. Прус (oleh.prus.vntu@gmail.com)
В. П. Майданюк (maidaniuk2000@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Анотація. *У даній статті проведено аналіз основних принципів роботи з монорепозиторіями, які є єдиною зберігальною точкою для коду, документації та активів декількох проектів. Стаття досліджує особливості монорепозиторіїв, їх переваги та недоліки в контексті вимог сучасної IT-індустрії. Основні особливості монорепозиторіїв включають єдину точку доступу, спільні залежності та єдину систему збірки. Серед переваг виділяють гнучкість, швидкість деплою та ефективну колаборацію, а недоліки - складність масштабування та проблеми з безпекою. Стаття закликає розробників враховувати ці фактори та оптимально налаштовувати монорепозиторії для досягнення максимальної продуктивності та ефективності у розробці програмного коду.*

Ключові слова*: монорепозиторій, код, документація, спільні залежності, гнучкість, швидкість деплою, колаборація, масштабування, безпека, оптимізація.*

Abstract

This article analyzes the basic principles of working with mono-repositories, which are the only storage point for code, documentation and assets of several projects. The article explores the features of mono-repositories, their advantages and disadvantages in the context of the requirements of the modern IT industry. The main features of mono repositories include a single access point, shared dependencies, and a single build system. Among the advantages are flexibility, deploy speed and effective collaboration, and the disadvantages are the complexity of scaling and security problems. The article encourages developers to take these factors into account and optimally configure mono-repositories to achieve maximum performance and efficiency in software development.

Keywords: *mono repository, code, documentation, shared dependencies, flexibility, deploy speed, collaboration, scaling, security, optimization.*

Мета

Метою цієї статті є проведення аналізу принципів роботи з монорепозиторіями та визначення їхньої відповідності сучасним вимогам IT-індустрії. Стаття досліджує особливості, переваги та недоліки монорепозиторіїв, а також надає рекомендації щодо оптимізації їх використання.

Вступ

У сучасному світі розробка програмного коду в IT-індустрії стає все більш складною та розгалуженою задачею. Кожен проект може включати в себе велику кількість компонентів, модулів та залежностей, і відокремлене управління кожним із них може призвести до надмірного роздрібнення та ускладнення процесу розробки. Відповідно до цього, постає питання ефективного управління ресурсами, спільною роботою розробників та масштабованістю проектів [1].

Одним із можливих рішень для вирішення цих викликів є використання монорепозиторіїв. Монорепозиторій - це концепція, в якій весь код, документація та активи для кількох проектів зберігаються в єдиному репозиторії. Це надає можливість зменшити роздрібненість та підвищити централізованість управління кодом, що, у свою чергу, може покращити гнучкість, швидкість деплою та спільну роботу розробників [1, 2].

Ця стаття має на меті розглянути основні принципи роботи з монорепозиторіями та їхню актуальність у сучасній IT-індустрії. Ми розглянемо особливості монорепозиторіїв, їх переваги та недоліки, а також надамо рекомендації щодо оптимального використання цього підходу. Висвітлюючи ці аспекти, ми надіємося розкрити важливість правильної організації репозиторію для досягнення максимальної продуктивності та ефективності у розробці програмного коду.

Виклад основного матеріалу

Монорепозиторій визначається як єдиний репозиторій, який зберігає весь код, документацію та інші активи для декількох проектів. Проаналізуємо основні принципи роботи з монорепозиторіями та їхні особливості в контексті сучасних вимог до ІТ-індустрії.

Особливості:

– Єдина точка доступу: Всі проекти, бібліотеки та модулі знаходяться в одному місці, що спрощує навігацію, пошук та рефакторинг коду.

– Спільні залежності: У монорепозиторії легше управляти спільними бібліотеками та залежностями між проектами.

– Єдина система збірки: Зазвичай використовується одна система збірки для всіх проектів, що спрощує процес розробки [3].

Переваги:

– Гнучкість: Зміни можуть бути внесені в декілька проектів одночасно, без потреби синхронізації між різними репозиторіями.

– Швидкість деплою: Зменшується час на перевірку залежностей і збірку проекту, так як все вже знаходиться в одному місці.

– Ефективна колаборація: Команди можуть легко співпрацювати над спільними модулями та бібліотеками [2].

Недоліки:

– Складність масштабування: Великі монорепозиторії можуть стати важкими для роботи через великий обсяг коду.

– Потреба в оптимізованих інструментах: Стандартні інструменти можуть не справлятися з обсягами монорепозиторіїв, що вимагає спеціалізованих рішень.

– Проблеми з безпекою: Якщо доступ до монорепозиторію буде порушено, зловмисник може отримати доступ до всього коду компанії [1].

Сучасні вимоги ІТ-індустрії диктують свої правила: ІТ-індустрія швидко розвивається, і нові вимоги до гнучкості, швидкості деплою та колаборації змінюють підходи до управління кодом. Монорепозиторії пропонують рішення для багатьох з цих викликів, але також створюють нові. Важливо враховувати ці вимоги при виборі підходу до організації репозиторію. Вивчення основних принципів роботи з монорепозиторіями вказує на їх значущий потенціал для сучасних розробників. Втім, як і будь-який інструмент або методологія, вони вимагають глибокого розуміння, правильного застосування та постійної адаптації до змінюваних умов ринку [4].

Отож, ***особливості***, які нам пропонують монорепозиторії для задоволення вимог сучасної ІТ-індустрії, наступні:

– Гнучкість, що є однією з ключових характеристик, яку розробники шукають у системах управління кодом. З точки зору монорепозиторію, гнучкість виражається в здатності швидко вносити зміни в різних частинах проекту, не переймаючись про синхронізацію з іншими репозиторіями або версіями.

– Інтеграція та рефакторинг: в монорепозиторії можна легко переносити функціональність між проектами, інтегрувати нові функції або рефакторити код без страху "зламати" інші модулі або проекти.

– Спільні бібліотеки: якщо розробники вирішують оновити спільну бібліотеку, вони можуть одразу побачити, як це вплине на всі проекти, що використовують цю бібліотеку.

– Швидкість деплою в монорепозиторіях: важлива не тільки для виведення продукту на ринок, але і для внутрішньої динаміки команди розробки.

– Зменшення часу на аналіз залежностей: всі залежності ясно визначені і доступні в одному репозиторії.

– Швидше тестування: зміни можуть бути відразу протестовані в контексті всіх проектів, що забезпечує впевненість в стабільності коду.

– Ефективність колаборації: монорепозиторії сприяють покращенню комунікації та співпраці між розробниками.

– Спільний контекст: команди можуть легше ділитися знаннями і ресурсами, не маючи бар'єрів між різними репозиторіями.

– Зменшення конфліктів: зміни в коді можуть бути координовані в рамках одного репозиторію, зменшуючи ризик конфліктів [5].

Враховуючи вище наведене, можна зробити висновок, що монорепозиторії пропонують ряд переваг у контексті гнучкості, швидкості деплою та колаборації. Вони сприяють більш єдиному та централізованому управлінню кодом, забезпечуючи при цьому ефективність та продуктивність розробки. Однак їх успішне використання вимагає правильного налаштування, оптимальних інструментів та підходів до управління. Якщо знехтувати цими речами, можна стикнутись із наступними ***проблемами***:

– Масштабування: Великі монорепозиторії можуть стати важкими для роботи, особливо якщо кількість коду та активів продовжує зростати. Це може вплинути на швидкість збірки, деплою та інших операцій.

– Труднощі з відгалуженням: Якщо команда вирішує створити відгалуження (branch) для конкретного проекту або функції, це може вплинути на інші проекти, що зберігаються у монорепозиторії.

– Складність управління залежностями: Незважаючи на централізоване управління залежностями, в монорепозиторії може виникнути проблема "забруднення" залежностями, коли старі або невикористовувані залежності залишаються в коді [6].

Щоб максимально використовувати переваги монорепозиторіїв та водночас уникати типових проблем, розробники можуть застосувати декілька ***методів оптимізації***:

– Інкрементна збірка: Це підхід, при якому будуються тільки ті частини проекту, які зазнали змін, що може значно збільшити швидкість збірки в великих монорепозиторіях.

– Використання кешування: Кешування результатів попередніх збірок може допомогти пришвидшити процеси, що повторюються.

– Спеціалізовані інструменти: Існує ряд інструментів, спеціально розроблених для роботи з великими монорепозиторіями, таких як Bazel або Buck, які можуть допомогти оптимізувати робочі процеси [7].

Монорепозиторії викликали значний інтерес у IT-секторі завдяки своїм можливостям у гнучкості, швидкості деплою та ефективності колаборації. Вони пропонують централізований підхід до управління кодом, але також приносять нові виклики у масштабуванні та управлінні. З правильним налаштуванням, підходами та інструментами, команди можуть максимально використовувати переваги монорепозиторіїв, забезпечуючи ефективність та продуктивність своїх проектів.

Висновки

Монорепозиторії пропонують значний потенціал для підвищення гнучкості, швидкості деплою та ефективної колаборації в розробці програмного коду. Однак при недостатній кількості знань та недотриманні базових методів оптимізації вони можуть викликати проблеми, пов'язані з масштабуванням та безпекою. Для максимального використання переваг монорепозиторіїв розробники повинні правильно налаштовувати їх та використовувати оптимізовані підходи та інструменти.

Список використаної літератури

1. To Monorepo, Or Not To Monorepo, That Is The Question [Електронний ресурс] – режим доступу: https://medium.com/att-israel/to-monorepo-or-not-to-monorepo-that-is-the-question-5043691e6328. Дата звернення: 12 жов. 2023.

2. Managing Multiple Projects in a Monorepo [Електронний ресурс] – режим доступу: https://www.pixelmatters.com/blog/how-to-manage-multiple-front-end-projects-with-a-monorepo. Дата звернення: 12 жов. 2023.

3. Guide to Monorepos for Front-end Code [Електронний ресурс] – режим доступу: https://www.toptal.com/front-end/guide-to-monorepos. Дата звернення: 12 жов. 2023.

4. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. Advances in neural information processing systems, 30, 5998-6008.

5. Scaling Mercurial at Facebook [Електронний ресурс] – режим доступу: https://code.fb.com/developer-tools/scaling-mercurial-at-facebook. Дата звернення: 12 жов. 2023.

6. Benefits and challenges of monorepo development practices [Електронний ресурс] – режим доступу: https://circleci.com/blog/monorepo-dev-practices. Дата звернення: 12 жов. 2023.
7. Monorepo in action for library maintenance [Електронний ресурс] – режим доступу: https://namnguyen.design/blog/2023-07-03-monorepo-in-action-for-library-maintenance-%F0%9F%92%9E. Дата звернення: 12 жов. 2023.

References

1. To Monorepo, Or Not To Monorepo, That Is The Question [Online] – Available: https://medium.com/att-israel/to-monorepo-or-not-to-monorepo-that-is-the-question-5043691e6328. Accessed on: 12.10.2023.
2. Managing Multiple Projects in a Monorepo [Online] – Available: https://www.pixelmatters.com/blog/how-to-manage-multiple-front-end-projects-with-a-monorepo. Accessed on: 12.10.2023.
3. Guide to Monorepos for Front-end Code [Online] – Available: https://www.toptal.com/front-end/guide-to-monorepos. Accessed on: 12.10.2023.
4. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. Advances in neural information processing systems, 30, 5998-6008.
5. Scaling Mercurial at Facebook [Online] – Available: https://code.fb.com/developer-tools/scaling-mercurial-at-facebook. Accessed on: 12.10.2023.
6. Benefits and challenges of monorepo development practices [Online] – Available: https://circleci.com/blog/monorepo-dev-practices. Accessed on: 12.10.2023.
7. Monorepo in action for library maintenance [Online] – Available: https://namnguyen.design/blog/2023-07-03-monorepo-in-action-for-library-maintenance-%F0%9F%92%9E. Accessed on: 12.10.2023.

УДК 004.41

МОНІТОРИ МАЙБУТНЬОГО

Романюк О.Н.[1], Захарчук М.Д.[1], Чехместрук Р.Ю[1], Котлик С.В.[2] , Мельник О.В[1]
(rom8591@gmail.com, mz764233@gmail.com, rc.ua@3dgeneration.com, sergknet1@gmail.com, vinncei@gmail.com)
[1]Вінницький Національний Технічний Університет (Україна),
[2]Одеський національний технологічний університет (Україна)

У роботі описано останні тенденції в розробці моніторів, включаючи нові технології дисплеїв, підвищену роздільну здатність, кольорову глибину, частоту оновлення та адаптацію до вимог сучасних застосувань.

Сучасний прогрес у галузі візуальних технологій вимагає від моніторів не просто відображати інформацію, але і надавати найкращу можливу якість, ефективність та комфорт користування.

Монітор – [1] це периферійний пристрій, призначений для відображення графічних та текстових зображень, які генеруються комп'ютером чи іншими пристроями. Монітор включає в себе дисплей, який складається з панелі, яка формує зображення, та додаткових компонентів, таких як підсвітка, матриця, компоненти управління, та інші елементи, які дозволяють відображати інформацію на екрані.

Різноманітні грані розвитку технологій візуалізації відображають передові можливості для моніторів майбутнього. Розглянемо основні аспекти, які стосуються розвитку моніторів у майбутньому.

Технологія OLED та квантові точки

Органічні світлодіоди (OLED) є однією з перспективних технологій для моніторів майбутнього. Вони відзначаються високою яскравістю, контрастністю та надзвичайно широкою гамою кольорів. Ця технологія використовує органічні речовини для створення світлодіодів, які випромінюють світло при подачі електричного струму. Однією з важливих переваг OLED-моніторів є їх гнучка структура, яка дозволяє створювати вигнуті екрани. Це відкриває нові можливості для створення інноваційних форм-факторів і застосувань. Наприклад, вигнуті монітори можуть бути корисними в ігровій промисловості, де імерсивний досвід важливий [2]. Квантові точки (Quantum Dots) є ще однією важливою технологією, яка сприяє покращенню властивостей OLED-моніторів. Квантові точки – [3] це нанометричні розміри полімерних матеріалів, які можуть конвертувати світло одного кольору в інший. Використання квантових точок допомагає підвищити яскравість та розширити колірну гаму OLED-панелей. Це робить зображення на моніторах ще більш реалістичними та живими, що особливо важливо для сучасних вимог до якості відображення.

Однією з головних переваг цих технологій є їхнє низьке споживання енергії. OLED-монітори і панелі на основі квантових точок ефективно використовують енергію. Майбутнє цих технологій полягає в подальшому підвищенні ефективності та тривалості роботи світлодіодів. Тонкі та гнучкі OLED-панелі матимуть все більше застосувань у різних сферах, забезпечуючи більше інновацій та імерсивних візуальних досвідів для користувачів.

Гнучкі дисплеї

Гнучкі дисплеї є важливим інноваційним аспектом розвитку моніторів майбутнього, які перетворюють традиційні концепції моніторів і відкривають нові можливості для користувачів. Полімерні плівки, виготовлені з високоякісних полімерних матеріалів, використовуються для створення гнучких дисплеїв, які мають здатність згинатися та приймати різні форми відповідно до вимог користувача [4]. Основною перевагою полімерних плівок є їх гнучкість та легкість. Ці плівки можуть бути розміщені на пластиковій або гнучкій основі, яка не тільки надає їм гнучкість, але й дозволяє їм зберігати свою структуру після згинання. При цьому забезпечується надійність та тривалість функціонування гнучких дисплеїв.

Важливим аспектом є також можливість маніпуляції формою та розміром дисплея за допомогою гнучких панелей. Користувачі можуть змінювати форму дисплея згідно зі своїми потребами, що робить їх надзвичайно адаптивними для різних сценаріїв використання. Гнучкі дисплеї також можуть бути використані у різних галузях, включаючи медицину, військовий сектор, автомобільну промисловість і багато інших.

Висока чіткість та роздільна здатність

Висока чіткість та роздільна здатність моніторів майбутнього будуть досягнуті завдяки застосуванню передових технологій, які спрямовані на оптимізацію якості відображення. Очікується, що монітори будуть відображати зображення у неймовірно високій роздільній здатності, що сприятиме реалізму та деталізації. Стандарт високої чіткості (HD) вже зараз є мінімальним стандартом для багатьох моніторів, і він пропонує роздільну здатність 1920 x 1080 пікселів. Проте, майбутні монітори матимуть ще більш вражаючу роздільну здатність, включаючи 4K, 8K і більше. Роздільність 4K, або Ultra High Definition (UHD), вже стала стандартом для великих моніторів та телевізорів. Вона має роздільну здатність 3840 x 2160 пікселів, що забезпечує чіткість та деталізацію.. Роздільність 8K, яка має розширену роздільну здатність 7680 x 4320 пікселів, є найновішим досягненням у сфері відображення [5]. Вона забезпечує неймовірну якість зображення з різкою деталізацією, що ідеально підходить для великих дисплеїв, моніторів великого розміру та застосувань в візуально вимогливих областях, таких як медицина та графічний дизайн. Використання таких високих стандартів роздільної здатності у моніторах майбутнього дозволить користувачам насолоджуватися надзвичайно яскравими, деталізованими та живими зображеннями, що відкриває нові горизонти у сферах як відео, ігрової індустрії, наукових досліджень та професійного дизайну.

Частота оновлення

Важливим аспектом моніторів майбутнього є їхній потенціал для підвищення частоти оновлення. Ця характеристика визначає, скільки разів на секунду монітор може оновити зображення, що відображається на екрані. Частота оновлення впливає на зручність використання монітора і реалізм відображення, особливо в ігрових і динамічних сценаріях. Монітори майбутнього очікується, що будуть підтримувати надзвичайно високі частоти оновлення. Зокрема, популярні стандарти, такі як 60 Гц або 120 Гц, можуть бути значно перевершені. Нові монітори можуть досягати 240 Гц, 360 Гц та навіть вище, забезпечуючи більш плавну та безперервну передачу кадрів. Використання таких високих частот оновлення особливо важливо для ігор і VR-технологій, де кожена мікро-деталь і швидкість реакції можуть визначати інтерактивний досвід. Висока частота оновлення дозволяє зменшити ефект "мазків" (motion blur) і підвищити якість геймплею, а також забезпечує більш комфортне відтворення відеорядів і покращує враження від використання монітора.

Інтерфейс та Системи Керування

Очікується, що майбутні монітори будуть обладнані передовими інтерфейсами та системами керування, які забезпечать зручність та ефективність користування. Монітори майбутнього можуть використовувати передові технології бездротового підключення, такі як Wi-Fi6 або 7, для забезпечення швидкого та надійного з'єднання з іншими пристроями. Також очікується, що монітори майбутнього будуть обладнані тачскрін-технологіями, які дозволяють користувачам взаємодіяти з дисплеєм за допомогою жестів та дотиків. Це особливо корисно для сенсорних моніторів та пристроїв з підтримкою реалістичної віртуальної реальності. Ще одною особливістю буде використання технології голосового керування шляхом інтеграції з віртуальними асистентами, які дозволять користувачам керувати функціями монітора за допомогою голосових команд. Майбутні монітори можуть бути підтримувані програмними рішеннями, які дозволять легко інтегрувати декілька моніторів для створення розширених робочих просторів або ігрових установок. Ці інновації в інтерфейсах та системах керування моніторів спростять взаємодію користувачів із сучасними дисплеями, роблячи їх більш доступними та функціональними для різних застосувань, включаючи роботу, розваги та навіть навчання [6].

Також очікується, що монітори майбутнього будуть розвиватися завдяки новим технологіям дисплеїв, які пропонують передові можливості і покращену якість відображення. Розглянемо основні з них [7]:

1. Mini-LED та Micro-LED технології: Mini-LED і Micro-LED технології представляють собою значні покращення в галузы підсвітки моніторів. Вони використовують невеликі світлодіоди, які можна розміщати в значно більшій кількості, що дозволяє регулювати яскравість та підсвітку з більшою точністю. Це допомагає досягти вищої якості зображення та зменшення рівня споживаної енергії.
2. Quantum Dot технологія: Quantum Dot монітори використовують квантові точки для покращення кольорової гами і яскравості зображення. Ця технологія дозволяє відтворювати більше кольорів і отримувати більший діапазон яскравості.
3. Nanotechnology в дисплеях: Використання наноматеріалів у виробництві моніторів може призвести до створення більш тонких і легших дисплеїв, які все ще забезпечують високу роздільну здатність та відмінну якість зображення. Наприклад, використання нанокристалів може покращити ефективність підсвічування та кольорову відтворюваність.

Таким чином, монітори майбутнього обіцяють бути більш продуктивними, ефективними і зручними для користувачів. Технічні інновації, такі як роздільна здатність, частота оновлення та гнучкість, грають ключову роль у досягненні цих цілей. Разом із збільшенням функціональності і захисту даних, майбутні монітори можуть відкривати нові можливості для інформації.

Список використаної літератури

[1] R. Sheldon. "*What is a display and how does it work? – TechTarget*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.techtarget.com/whatis/definition/display

[2] "*OLED vs. Mini-LED: The PC displays of the future, compared*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.pcworld.com/article/560224/oled-vs-mini-led-the-pc-displays-of-the-future-compared.html
[3] "*The Monitor of the Future is Just Around the Corner*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.wcatech.com/the-monitor-of-the-future-is-just-around-the-corner/
[4] "*Future of Screens*" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.deloitte.com/global/en/Industries/tmt/perspectives/future-of-screens.html
[5] "*Displays on Display: The Future of the Computer Monitor - Modern Office Furniture*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://strongproject.com/office-furniture-blog/displays-on-display-the-future-of-the-computer-monitor/
[6] "*The Future Of Displays / PC monitors : TechMoran*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://techmoran.com/2021/08/18/the-future-of-displays-pc-monitors/
[7] "*The Future of Computer Monitors: What to Expect in the Next 5 Years*". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studentcomputers.co.uk/blogs/news/the-future-of-computer-monitors-what-to-expect-in-the-next-5-years.
[8] В.П Майданюк, А.В Марущак, О.Н., Романюк, та В.А Шмалюх. Технологія HDR для моніторів. *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: Збірник матеріалів Міжнародної науково*-практичної І*нтернет конференції* 9-10 листопада 2020 р. – Суми/Вінниця : НІКО/ВНТУ, 2020. – 163-168 с

УДК 004

ПРОТОТИП ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИЧНИХ ЛІКІВ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Синявський О.В., Рудніченко М. Д. (nickolay.rud@gmail.com)
Міжрегіональна академія управління персоналом (Україна)

В роботі наведено результати розробки структури інформаційної кроссплатформеної системи автоматизації розпізнавання медичних ліків засобами машинного навчання на прикладі завдання класифікації.

Вступ. У сучасному світі безліч різних типів даних передається через системи класифікування даних, для яких ми не можемо використовувати традиційне програмування. Швидкими темпами зростає попит на таку галузь, як розпізнавання образів та текстового контенту [1], які базуються на різних сферах штучного інтелекту та аналізу даних. Машинне навчання– це підгалузь штучного інтелекту в галузі інформатики, яка часто застосовує статистичні прийоми для надання комп'ютерам здатності «навчатися» (тобто, поступово покращувати продуктивність у певній задачі) з даних, без того, щоби бути програмованими явно [2].

За допомогою машинного навчання штучний інтелект може аналізувати дані, запам'ятовувати інформацію, будувати прогнози, відтворювати готові моделі і вибирати найбільш правильний варіант із запропонованих.

Особливо корисні такі системи там, де необхідно виконувати величезні обсяги обчислень: наприклад, банківський скоринг (розрахунок кредитного рейтингу), аналітика в області маркетингових і статистичних досліджень, бізнес-планування, демографічні дослідження, інвестиції, пошук фейковий новин і шахрайських сайтів [3].

Розрізняють два типи навчання:

1.Навчання за прецедентами, або індуктивне навчання, засноване на виявленні емпіричних закономірностей даних.

2.Дедуктивне навчання передбачає формалізації знань експертів та його перенесення на комп'ютер як бази знань.

Постановка завдання. Розпізнавання образів та текстового контенту відноситься до задач класифікації. Завдання класифікації – задача, в якій є безліч об'єктів (ситуацій), розділених деяким

чином на класи. Задано кінцеве безліч об'єктів, котрим відомо, яких класів вони ставляться. Ця безліч називається вибіркою. Класова приналежність інших об'єктів невідома.

Потрібно побудувати алгоритм, здатний класифікувати довільний об'єкт з вихідної множини. Таким чином пропонована система має реалізувати функціонал з розпізнавання графічних зображень ліків за категоріями.

В рамках розробки прототипу системи створено мокап інтерфейсу користувача, а також розроблена діаграма станів, на якій наочно представлений перехід між вікнами. Мокапи дають можливість представити вигляд системи на початкових стадіях проектування. Мокапи були створені на сервісі https://users.wix.com/. Передбачається, що додаток складається з 2 вікон: 1 – вікно “Main page”, 2 – вікно “Charts page”. Пропонована система являє собою веб-застосунок, який служить для розпізнавання ліків за зображенням за мінімальний час. На вхід даної системи надходить зображення, яке користувач завантажує в додаток, а на виході буде отримано результат розпізнавання у вигляді зображення з відсотком категорії, до якої воно було віднесено

Вікно “Main page” – головне вікно застосунку, яке складається з декількох окремих компонент для надання користувачеві можливість розпізнавання ліків (рис. 1).

Компонент “Upload image” – компонент для завантаження зображення ліків для розпізнавання, компонент “Selected neural network for recognition” – компонент для вибору типу нейронної мережі для розпізнавання, компонент “Selected activation function” – компонент для вибору функції активації, кнопка “Save image”, яка використовується для зберігання розпізнаного зображення на пристрій. Також головна сторінка складається з інформації про розпізнане зображення, а саме до якого класу було класифіковано дане зображення та відсоток класифікації.

Вікно “Charts page” необхідне для відображення інформації про навчання нейронних мереж, яке складається з двох секцій: “Results” та “Reports”, та кнопки “Export to .pdf” для можливості завантаження звіту до пристрою. Секція “Results” складається з графіків навчання нейронних мереж, які побудовані за метриками “accuracy” та “loss”. Секція “Reports” складається з інформації про кожну нейронну мережу за метриками машинного навчання, а саме: “accuracy”, “precision”, “recall”, “f1-score” та інші.

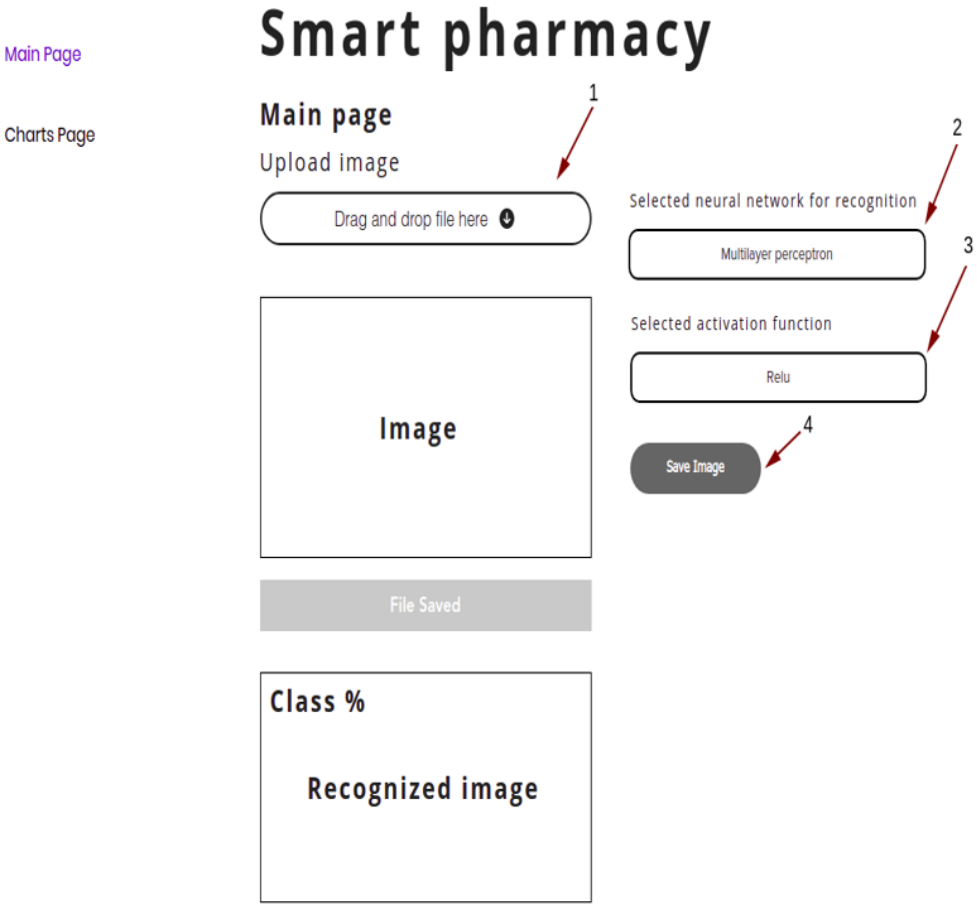


Рисунок 1 – Мокап вікна “Main page”

Висновки. Розроблений прототип інтерфейсу системи автоматизації розпізнавання медичних ліків засобами машинного навчання є змістовною частиною front-end складової для імплементації клієнт-серверного веб-застосування для вирішення прикладних завдань.

Список використаної літератури

[1] «Завдання класифікації», 11.04.2020 [Online]. Available:. https://wiki.loginom.ru/articles/classification-problem.html. [Accessed: September 03, 2023].
[2] Лепський А.Є. Математичні методи розпізнання образів / А.Є. Лепський, А.Г. Броневич. – К.: Ранок, 2009. - 155 с.
[3] Навойчик А.В. Розпізнавання текстових зображень з допомогою нейронних мереж / А.В. Навойчик, Н.І. Гурін // Праці ОНПУ. – 2010. – №.15. – С. 5-11.

УДК 330.43

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ВСТУПНОЇ КАМПАНІЇ ДО ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Страхов Є.М., Чачко Н.Л. (strakhov.e.m@onu.edu.ua, natan.chachko@stud.onu.edu.ua)
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова (Україна)

Одне з найчастіших питань, які цікавлять під час днів відкритих дверей в закладах вищої освіти абітурієнтів та їх батьків – це кількість бюджетних місць на ту чи іншу спеціальність цього року. Остаточна інформація про кількість бюджетних місць стає відома лише перед зарахуванням, а сам алгоритм «широкого конкурсу», за яким відбувається розподіл, неочевидний [1]. І саме складність алгоритму та обмеження даних стають причиною виникнення таких питань.

Метою дослідження було визначити, які фактори мають найбільший вплив на розподіл бюджетних місць та намагатися передбачити результати вступної кампанії. Дослідження складалося з трьох етапів: збір початкових даних, аналіз найбільш впливових факторів та побудова моделей для передбачення результатів.

Дані для аналізу були завантажені з Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО) а також з відкритих джерел в інтернеті із інформацією про вступні кампанії 2018-2022 років. При цьому використовувалася мова Python, зокрема, бібліотека Selenium [3]. В результаті були зібрані статистичні дані за 5 останніх років, з яких вийшов набір даних розміром майже 23 тисячі записів та 31 атрибуту.

Отримані дані були перевірені на відповідність нормальному розподілу за допомогою тестів Д'Агостіно-Пірсона та Шапіро-Уілка, які показали, що розподіл змінних статистично відрізняється від нормального. За допомогою кореляційного аналізу був проведений відбір корисних ознак для побудови лінійної багатофакторної моделі. Ця модель дала змогу оцінити впливовість окремих чинників на результат вступної кампанії, тобто підсумкову кількість бюджетних місць на певну конкурсну пропозицію. Для цього були розраховані коефіцієнти еластичності та часткові коефіцієнти детермінації. Найвпливовішими чинниками виявились максимальний обсяг держзамовлення, кількість поданих заяв, сам заклад вищої освіти та ліцензійний обсяг.

Для прогнозування очікуванної кількості місць державного замовлення на конкурсну пропозицію були побудовані моделі Lasso і Ridge, які усувають недоліки класичної лінійної моделі, пов'язані з мультиколінеарністю чинників. За допомогою крос-валідації були підібрані гіперпараметри моделей, які відповідають за силу регуляризації. Моделі порівнювалися між собою за показником MSE (середній квадрат помилки). Також якість цих моделей оцінювалася за допомогою коефіцієнта детермінації R2. Найкращою моделлю виявилася Weak Lasso з параметром $\alpha = 0.1$, в якої R2 дорівнює 0.8014, що є досить непоганим результатом.

Загалом, проведене дослідження допомогло визначити впливові фактори на розподіл бюджетних місць. Також були побудовані три типи моделей лінійної регресії для передбачення результатів розподілу бюджетних місць: звичайна модель лінійної регресії, Lasso і Ridge регресії, які достатньо точно справляються зі своєю задачею. У майбутньому планується розвивати це дослідження. Буде застосований метод головних компонент, який дає можливість перейти від корельованих між собою змінних до лінійно незалежних, а також будуть побудовані інші моделі машинного навчання. Для практичного застосування даних моделей доцільно буде максимально зменшити кількість змінних, що включаються до моделі.

Список використаної літератури

[1] "Додаток 6 до Умов прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2023 році (пункт 5 розділу IX), частина III. Визначення рекомендованих до зарахування за конкурсами."

[2] "Державне підприємство 'Інфоресурс.' Вступна кампанія: показники адресного розміщення державного замовлення за спеціальностями (спеціалізаціями) і закладами освіти." [Online]. Доступно: https://vstup2018.edbo.gov.ua/statistics/konkurs-universities/
[Online]. Доступно: https://vstup2019.edbo.gov.ua/statistics/konkurs-universities/
[Online]. Доступно: https://vstup2020.edbo.gov.ua/statistics/konkurs-universities/
[Online]. Доступно: https://vstup2021.edbo.gov.ua/statistics/konkurs-universities/
[Online]. Доступно: https://vstup2022.edbo.gov.ua/statistics/konkurs-universities/

[3] Baiju Muthukadan. "Selenium with Python." Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License, 2011-2018. [Online]. Доступно: selenium-python.readthedocs.io

УДК 004.5

INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSMENT OF RECOMMENDATION SYSTEMS IN TRADE

Strilets Y.V.(juliastrilets@gmail.com)
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Ukraine)

The purpose of this article is to improve the quality of recommender systems in the field of trade, since the owners are interested in personal advertising and recommendations to each user, since this approach can increase the company's profit. In the process of this work, the problems of recommender systems and ways to solve them were considered.

Introduction. With the advent of the Internet, the amount of information that people deal with every day has increased significantly. This means that people have to navigate among an extremely large number of available alternatives when they want to find something. But on the other hand, the owners are interested in personal advertising and recommendations to each user, as this approach can increase the company's profits. Thus, in recent years, interest in the development and improvement of existing recommendation systems has grown significantly. Therefore, the development of an information system for the evaluation of recommendation systems in the field of trade in order to provide more correct recommendations is relevant.

The subject of research is the methods that can be used to evaluate recommender systems.

The object of research is recommender systems in the field of trade.

Formulation of the problem. There are certain difficulties in building recommender systems, which are divided into three categories [1]:

1) Problems of models.

The difficulty lies in the need to simultaneously satisfy various categories of quality and the complexity of preparing available data, and specific quality problems are: cold start of the user, global popularity, update of recommendations, accounting for the sequence of interactions (change of preferences).

2) Infrastructure models.

They appear mostly due to the need to constantly update models, but this is unacceptable for recommendation systems.

The most common problems:

• scope, speed of issuing recommendations;
• update of recommendations (new content, quick editing of recent actions);
• editing updated models.

But the main problem is that, despite the similarity of tasks in this field, each field has its own specifics. It is important to accurately define the service-critical characteristics of the recommendation system.

3) Problems of metrics.

Many even simple indicators have their dangers. Multi-click targeting increases the delivery of instant clickbait content and does not work for channels that are simply read by scrolling without clicking.

Proposed solutions. Several methods can be used to evaluate the recommendation system:

1. The Delphi method.

The Delphi method is a group survey method that is carried out using a certain set of procedures that are performed in a certain sequence in order to form a group opinion on a problem characterized by insufficient information for the use of other methods [2].

2. The method of expert evaluations.

The method of expert evaluations is the solution of the problem by experts, their argumentation, the formation of quantitative evaluations and the processing of the latter by formal methods. The methods of expert assessments allow, relying on the experience, knowledge and skills of specialists in this field, to make the most appropriate and justified decision [3]. In the method of expert evaluations, there are several models that can be used for calculations. The following are most often used.

Arithmetic average (AA):

$$AA = (Score1 + Score2 + \cdots + Score\ N)/ ,$$

where *Score1, Score 2, ..., ScoreN* – are points given by experts, and N is the overall score.

Arithmetic weighted average (AWA):

$$AWA= (Score1 * Weight1 + Score2 * Weight2 + ... + ScoreN * WeightH) / (Weight1 + Weight2 + ... + Weight H),$$

where *Weights (Weight1, Weight2, ..., WeightH)* are used to account for the ability or authority of each expert.

Geometric mean (GM):

$$GM = \sqrt[3]{Score1 * Score2 * ... * ScoreN},$$

where *Score1, Score2, ..., ScoreN* – assessments provided by experts.

Geometric Weighted Mean (GWM):

$$GWM = \sqrt[3]{Score1^{Weight1} * Score2^{Weight2} * ... * ScoreN^{WeightH}},$$

where where *Weights (Weight1, Weight2, ..., WeightH)* are used to determine the importance or authority of each expert. It is important to consider that the choice of a specific formula depends on the context and purpose of the study. In addition, in some cases, more complex formulas may be used that take into account other factors or dependencies between estimates.

3. The method of the collective mind.

The method of collective intelligence is one of the popular methods of evaluating recommendation systems, which is based on information about consumers and their interaction with products or services. This method considers similarities between users or objects to generate recommendations. There are two main approaches to the collective mind method:

- collaborative filtering determines recommendations for a specific user based on shared preferences with other users. For this, the system analyzes the user interaction history;
- collaborative feature filtering analyzes similarities between features instead of users. The system analyzes similar user interaction histories and recommends new objects based on the user's previous interactions with similar objects [4].

4. Method of paired comparisons.

A paired comparison method is a method used to compare the relative importance or merits of two or more alternatives. It is widely used for decision making, prioritization, ranking of options and other similar tasks [5].

5. Method of analytical hierarchy of processes.

The method of analysis of hierarchies (MAH) is a methodological basis for solving the problems of choosing alternatives by means of their multi-criteria ranking. The main application of the method is

decision-making support using a hierarchical composition of the problem and ranking of alternative solutions [6]. The method allows to analyze the problem..

To evaluate the system of recommendations, the method of expert evaluation was chosen. The expert evaluation method allows you to get an evaluation based on a certain set of individual opinions of experts.

An expert is a person (specialist) who is assigned to express an opinion on a controversial or complex matter. Certain statistical indicators are used to determine the opinion of experts on certain issues, depending on how the question was formulated and what options were offered.

A set of requirements has been developed for the information system that conducts the assessment, the main ones of which are listed below.

Functional requirements:

• user registration;
• user management;
• adding, editing and deleting data;
• generation of reports;
• data exchange.

Non-functional requirements:

• security;
• reliability;
• ease of use;
• scale.

The following software development tools were used:

JavaScript – powerful programming language with a wide range of applications, from building web applications to developing mobile applications, server applications, and even web applications.

HTML – standard markup language used to create web pages.

CSS – style sheet language used to define the appearance and formatting of pages written in HTML.

Note.js – server-side JavaScript runtime used to develop back-end web applications. Node.js allows developers to build high-performance and scalable web servers and applications using the JavaScript language.

Atom – free editor from GitHub. It has many extension packages for Note.js development.

MySQL – relational database management system popular among the Note.js community.

Conclusions. In this work, the problems of recommender systems and methods of their solution were considered. A complex of requirements for the information system has been developed and with the help of which software tools the information system for evaluating recommendation systems in the field of trade has been developed.

References:

[1] Problems of the recommender system [Online]. Avallable: ttps://habr.com/ru/company/prequel/blog/567648.

[2] Delphi method [Online]. Avallable: https://studies.in.ua/soc-ekzam/3314-metod-delf-yak metod-klksnoyi-ocnki-dumki-ekspertv-yogo-perevagi-nedolki.html.

[3] Method of expert evaluations [Online]. Avallable: https://dss.tg.ck.ua/ahp-help.

[4] Method of the collective mind [Online]. Avallable: https://designtalk.club/syla-kolektyvnogo rozumu-u-dyzajni-chy-varto-yiyi-vykorystovuvaty/.

[5] Method of paired comparisons [Online]. Avallable: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/4/mod_resource/content/1/%D0%9B8_%D0%9F%D0%BB%2C%D0%9C%D0%B4%20%D1%82%D0%B0%20%D0%92%D1%84.%D0%BF%D1%80%20%D0 %B2%20%D0%93%D0%92%D0%A1.pdf.

[6] Method of analytical hierarchy of processes [Online]. Avallable: https://dss.tg.ck.ua/ahp help#:~:text=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D1%83%20%D1%96%D1%94% D1%80%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D0%B9%20(%D0%9C%D0%90 %D0%86)%20E2%80%93,%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%80%D1%96%D1%88%D0%B5%D0%BD%D1%8C.

УДК 004.93

ВИКОРИСТАННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ GOOGLE CLOUD VISION В РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Токарчук Д. О., Майданюк В. П.(dima013ty@gmail.com, maidaniuk2000@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Розглянуто можливості використання розпізнавання зображень при розробці програмного забезпечення для різних сфер використання. Приводяться приклади використання та роботи штучного інтелекту Cloud Vision та Cloud Vision API, описано існуючі кодові бібліотеки для роботи з Cloud Vision та розглянуто використання бібліотеки для мови програмування Java та флеймворку Spring. Враховуючи можливості та зручність використання Google Cloud Vision API, можна стверджувати, що цей інструмент відповідає потребам розробників, які працюють з розпізнаванням зображень та бажають інтегрувати цю функціональність в свої проекти.

У сучасному світі розвитку інформаційних технологій, процеси обробки та аналізу зображень мають велике значення для численних сфер, включаючи медицину, промисловість, маркетинг, інформаційну безпеку та багато інших. Завдяки швидкому росту обсягу доступних даних та зростаючим вимогам до автоматизації, розпізнавання зображень стає актуальною та важливою задачею.

Недавні досягнення в галузі штучного інтелекту та машинного навчання дозволяють використовувати різноманітні інструменти та платформи для розпізнавання зображень. Однією з таких платформ є Google Cloud Vision, яка надає потужні можливості для аналізу та розпізнавання зображень за допомогою широкого спектру функцій, включаючи розпізнавання об'єктів, тексту, облич, а також аналіз контексту та настроїв.

Проте, при використанні інструментів для розпізнавання зображень, виникають ряд проблем та завдань, які потребують уваги та дослідження. Перш за все, ефективність та точність розпізнавання є критичними параметрами, оскільки вони безпосередньо впливають на якість результатів. Крім того, забезпечення безпеки та конфіденційності оброблених зображень, а також швидкість розпізнавання є важливими критерієм у багатьох сферах застосування.

Розпізнавання облич є надзвичайно важливою функцією в розвитку сучасних програмних рішень. Google Cloud Vision API надає розробникам доступ до передових моделей машинного навчання через REST і RPC API [1]. Завдяки Google Cloud Vision, інтеграція можливостей розпізнавання зображень у додатки стає більш можливою. Це включає в себе такі можливості, як маркування зображень, розпізнавання облич, орієнтації, оптичне розпізнавання символів (OCR) і виявлення тегів відвертого контенту.

Розглянемо конкретний приклад використання Google Cloud Vision для розпізнавання облич. Функція розпізнавання облич виявляє всі обличчя на зображенні та надає повну інформацію про кожне обличчя, включаючи такі ключові атрибути, як емоційний стан або наявність головного убору.

Для роботи з Google Cloud Vision, розробники можуть використовувати спеціальні API. Розглянемо типовий приклад використання API: згідно з документацією, клієнт API повинен передати графічне зображення у форматі base64 за допомогою HTTP-запиту [2]. У відповідь отримується JSON-структура, яка містить докладний опис зображення згідно з аналізом штучного інтелекту. На рисунку 1 зображено детальний аналіз зображення.

Для максимально ефективного використання можливостей Google Cloud Vision у процесі розробки програмного забезпечення доступні спеціально розроблені кодові бібліотеки, які підтримують різні поширені мови програмування.

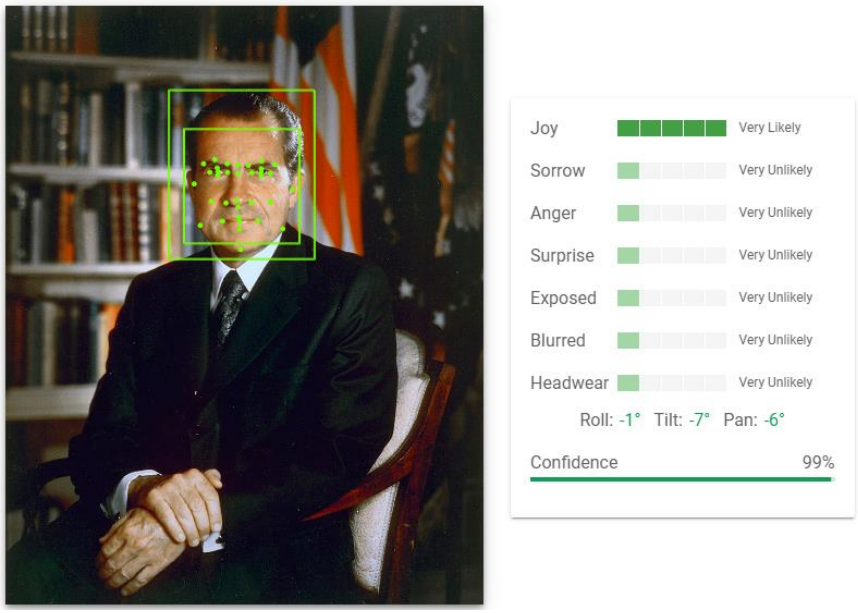


Рис. 1. Аналіз емоцій та особливостей обличчя від Cloud Vision

Ось ще одна корисна можливість: для розробників, які працюють з мовою програмування Java і використовують фреймворк Spring, доступний інтегрований спосіб автоматичного налаштування параметрів автентифікації та створення клієнтських об'єктів для використання Vision API. Це значно спрощує роботу із засобами розпізнавання зображень і забезпечує швидкий старт для розробників.

API Vision пропонує не тільки розпізнавання облич, але також може виявляти та екстрагувати інформацію про об'єкти на зображенні в різних широких категоріях [3]. За допомогою міток, можливо ідентифікувати загальні об'єкти, місця, дії, різні види тварин, продукти та інше. На рисунку 2 наведено приклад розпізнаних міток, які створюють можливість для докладного аналізу та розуміння змісту зображень.

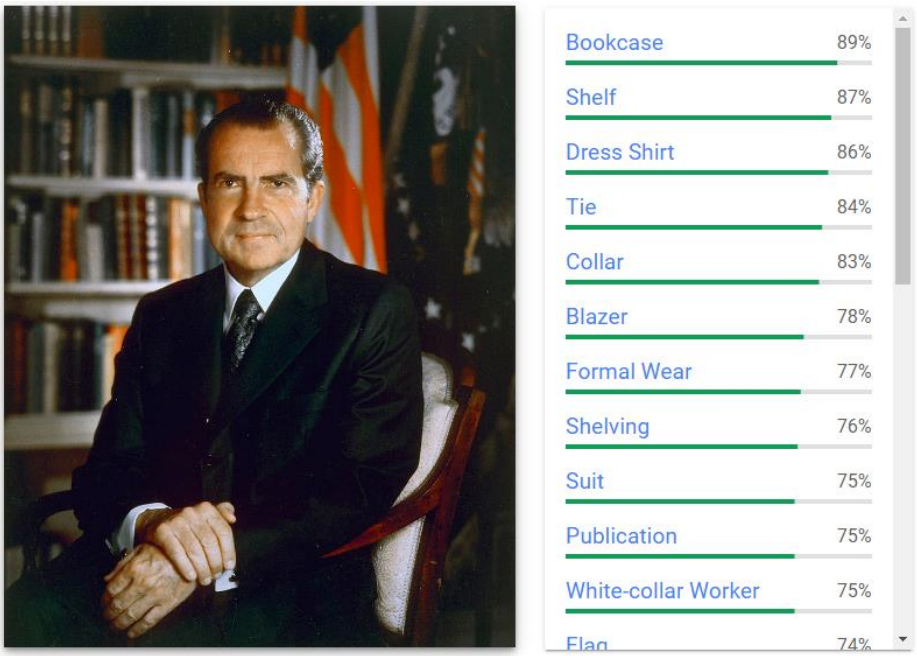


Рис. 2. Аналіз міток зображення від Cloud Vision

Також існує можливість пошуку об’єктів на зображені, логотипів компаній, природних та створених людиною структур та розпізнання відвертого вмісту.

На основі розгляду інтеграції Google Cloud Vision API в розробку та розпізнавання зображень можна зробити висновок, що цей інструмент надає надзвичайно потужні можливості

для розробників та дослідників у галузі обробки зображень та аналізу контенту. Завдяки розширеному спектру функцій, включаючи розпізнавання облич, інтерпретацію тексту, аналіз об'єктів та міток, а також можливість виявлення відвертого контенту, Google Cloud Vision API стає потужним інструментом для впровадження інтелектуальних рішень в різних галузях, де використовують зображення.

Для розробників, що працюють з мовою програмування Java та використовують фреймворк Spring, доступні спеціалізовані бібліотеки та інтеграційні засоби, які значно спрощують і прискорюють інтеграцію з Google Cloud Vision API. Це робить процес розробки ще більш ефективним та дозволяє розробникам швидше реалізувати функціональність розпізнавання зображень в своїх проектах.

Отже, враховуючи можливості та зручність використання Google Cloud Vision API, можна впевнено стверджувати, що цей інструмент відповідає потребам розробників, які працюють з розпізнаванням зображень та бажають інтегрувати цю функціональність в свої проекти.

Список використаної літератури

[1]. “Cloud Vision API” [Online] Available: https://cloud.google.com/vision?hl=en [Accessed: October 03, 2023].

[2]. “Cloud Vision API Documentation. Detect faces” [Online] Available: https://cloud.google.com/vision/docs/detecting-faces [Accessed: October 03, 2023].

[3]. “Cloud Vision API Documentation. Detect Labels” [Online] Available: https://cloud.google.com/vision/docs/labels [Accessed: October 03, 2023].

УДК 004.056.5

МЕТОДИКА МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ САЙТУ ПРИ РОЗРОБЦІ ТА ІНТЕГРАЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ

Трояк К.Ю. , Болтьонков В.О. (kirilltroyak@ukr.net, vaboltenkov@gmail.com)
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

В тезах розглянуті прикладна методика створення і інтеграції до фронтенду комплексних смарт-контрактів для підключення до блокчейну, збереження і відображення даних без використання off-chain інфраструктури, або сторонніх сервісів. Методика значно зменшує помісячні витрати для власника/замовника. Наведено фрагменти програмних кодів, які на прикладі збереження внесеної користувачем суми ілюструють основні принципи такого підходу. Описані прийоми, що дозволяють зробити розроблювані Web3 застосунки більш фінансово привабливими для власників через розумне використання ресурсів самих користувачів і блокчейну.

Вступ. Однією з найпопулярніших блокчейн-технологій в останнє десятиріччя стали смарт-контракти – комп'ютерні програми, що працюють на емульованому комп'ютері під назвою EVM (Ethereum Virtual Machine – віртуальна машина Ethereum). Концепція смарт-контрактів стала ще ширшою з появою **Web3 або д**ецентралізованих додатків (Decentralized applications, або скор. DApps) [1]. Web3 дедалі стають все більш масштабними, комплексними, тобто такими, що інтегрують в собі декілька складових смарт-контрактів. Це в свою чергу породжує низку практичних проблем.

Постановка проблеми. Аналіз великих Web3 проектів показує, що зазвичай при зберіганні даних використовується один із двох варіантів: дані користувача зберігаються з використанням off-chain інфраструктури (проекти Axie infinity, Opensea, CryptoKitties), або не зберігаються взагалі (проекти Aave, Uniswap). У першому випадку необхідна база даних, або використання сторонніх сервісів-індексерів (Moralis, The Graph). Обидва підходи передбачають надсилання користувачами запитів та отримання відповідей за рахунок власника, що одночасно створює низку проблем: вартість обробки цих запитів, забезпечення безпеки та необхідність масштабувати базу даних у випадку підвищення популярності проекту. Трапляється також, що платформа припиняє надавати

свої послуги з тих чи інших причин, що вимагає негайної міграції і додаткової роботи розробників. Це призводить до додаткових витрат для власника.

Цікавий підхід обрала платформа PancakeSwap – для реєстрації користувач взаємодіє зі смарт-контрактом, обирає бажаний аватар у формі NFT, вводить ім'я та сам платить за реєстрацію. Дані зберігаються на самому контракті та через запити до блокчейну виводяться до користувачів. Це дозволяє уникнути усіх перелічених у попередньому абзаці проблем, при цьому заощадивши час.

Метою дослідження було створення власної методики максимально дешевого та простого збереження і відображення даних з використанням системи з декількох смарт-контрактів та фронтенду. Методика складається з низки окремих програмних елементів (ОПЕ). При цьому застосовувався принцип: слід використовувати виключно ресурси самих користувачів та блокчейну. Використані: мова Solidity – для написання смарт-контрактів, фреймворк next.js – для фронтенду, бібліотеки ethers.js, web3.js та мова Javascript – для інтеграції і взаємодії зі смарт-контрактами, блокчейн – Ethereum, гаманець – Metamask у вигляді розширення для браузера.

Методика мінімізації витрат на обслуговування сайту.

ОПЕ1. Підключення браузера до блокчейну. Обмін даними у блокчейні відбувається за допомогою протоколу JSON-RPC [2]. Відповідно користувачу для взаємодії зі смарт-контрактами потрібен RPC провайдер (Alchemy, Infura та ін.), який забезпечить зв'язок з Ethereum. У гаманці Metamask наявна можливість при'єднуватися до сервісу Infura, використовуючи ресурси користувача, а не власника сайту. Це важливо тому, що при використанні власного RPC провайдера власник буде вимушений сплачувати кошти за користування. При великій кількості користувачів може бути перевищено ліміт запитів, що зупинить весь сайт. Для підключення до блокчейну через розширення Metamask запропоновано такий програмний код (мова Javascript, бібліотека web3.js):

{import Web3 from 'web3';

const connection = new Web3(window.ethereum);}

Цей код створює з'єднання між бразером користувача і блокчейном, використовуючи об'єкт window.ethereum, який надає розширення браузера Metamask. Усі подальші запити і операції проходять з використанням ресурсів користувача, що позволяє зменшити витрати і складність вже на цьому кроці смарт-контракту.

ОПЕ2. Збереження статистики користувачів. З метою безкоштовного для власника зберігання даних використано підхід, подібний запропонованому на платформі PancakeSwap – все виключно на контракті. Для цього необхідно створити структури даних, які б містили у собі дані про кожного користувача, функції внесення даних (write functions) та виведення даних (read functions). Ключовим аспектом для легкої передачі даних на фронтенд є використання структур даних під назвою event, які зберігаються поза досяжністю смарт-контрактів і фактично є лог-файлами, куди зберігаються певні параметри при активації функцій [2]. Продемонструємо це на прикладі збереження та виведення даних про внесення грошей за певний місяць та за весь час.

Для цього розроблено такий фрагмент коду (мова Solidity):

1) Структури зберігання даних:

{event Donated(address indexed _from, uint32 amount_usd, uint32 indexed total_sum, uint16 indexed currentMonth) // структура логу про те, що користувач вніс гроші;

emit DonationsReset(uint16 indexed monthNumber) // структура лога про те, що внесена сума за місяць обнулена;

uint32 s_prevMonthTimestamp // час початку минулого місяця у форматі Unix, який можна отримати під час виконання операцій;

mapping(address => uint32) addressToDonations; // адреса гаманця до суми за місяць;

mapping(address => uint32) addressToDonationsTotal; // адреса гаманця до суми за увесь час;

mapping(address => uint16) lastMonthUpdated; // адреса гаманця до номера останнього місяця, коли була внесена сума}

2) Функція внесення даних**:**

function donate() public payable NotLocked {

if (lastMonthUpdated[msg.sender] != s_currentMonth) //якщо останнє внесення грошей було в минулому місяці;{

addressToDonations[msg.sender] = ethAmountInUsd; // оновлюємо суму за цей місяць;

lastMonthUpdated[msg.sender] = s_currentMonth; // оновлюємо останній місяць внесення грошей;

emit DonationsReset(s_currentMonth) // зберігаємо лог, що внесена сума обнулена;

}

emit Donated(msg.sender, ethAmountInUsd, addressToDonations[msg.sender], s_currentMonth); // зберігаємо лог, що цей користувач вніс певну суму;

}

3) Функції повернення даних повертають відповідно внесені гроші за останній місяць та за увесь час для використання в першу чергу в інших контрактах. Вони представляють собою елементарні функції виду viewTotalDonationSum (address user) {return addressToDonationsTotal[user]}.

ОПЕ3. Система досягнень користувачів

Для реалізації системи досягнень користувачів використано окремий від основного контракт, який відповідає стандарту ERC-721 для можливості створення та передачі NFT. Досягнення представляють собою відмітку true у відповідній структурі даних + NFT токен, який відповідає відкритому досягненню. Розглянемо досягнення, пов'язані з кількістю внесених грошей. Дані про внесену суму як за місяць так і весь час отримуються з основного контракту, де вони зберігаються.

1) Структури даних для збереження відкритих досягнень і аватара (мова Solidity):

{

event Unlocked(address indexed unlocker, uint256 indexed _type, uint256 indexed tokenId); // структура логу про відкриття досягнення;

struct UnlockablesTable // клас, в якому зберігаються стан кожного досягнення; {

bool one; // стан кожного досягнення зберігається як boolean;

…

bool n; // можна внести будь-яку кількість досягнень;}

mapping(address => UnlockablesTable) s_unlockables; // адреса гаманця до стану досягнень;

mapping (address => string) private s_avatars; // адреса гаманця до URI його NFT аватара;}

2) Функції для активації досягнень:

{function unlockOne() public {

uint16 totalDonations = s_masterContract.viewAddressToDonationsTotal(msg.sender); // беремо дані з основного контракту;

require(totalDonations >= 10000, "Not enough money donated to unlock"); //перевіряємо чи достатня загальна внесена сума для відкриття досягнення;

require(s_unlockables[msg.sender].one == false, "Already unlocked"); // перевіряємо, що досягнення раніше не відкривалося;

s_unlockables[msg.sender].one = true; // активуємо відповідне досягнення;

uint256 tokenId = mintNFT() - 1; // створюємо NFT досягнення;

_setTokenURI(tokenId, s_URIs[0]); // встановлюємо URI створеного NFT;

emit Unlocked(msg.sender, 0, tokenId); // зберігаємо лог про відкриття досягнення.}}

ОПЕ4. Отримання даних для фронтенду. Для отримання даних для фронтенду використовується бібліотека ethers.js, у якої є функція для отримання минулих даних events. Використовуючи логіку на фронтенді (власнику нічого не коштує) можна відфільтрувати логи та отримати необхідні хронологічні дані, якщо це передбачено структурою смарт-контракту. Отримання даних, дійсних на момент запиту, здійснюється звичайним read запитом до смарт-контракту.

Висновки. Запропонована в результаті розробки методика збереження статистики, відкритих досягнень та аватарів дозволяє легко передати дані як на інший смарт контракт (через read функції) так і на фронтенд (через структури даних event або read функції). При цьому анулюються відповідні витрати на підтримку сайту та зменшуються ризики для його безпеки. Таким чином, мета дослідження досягнута. Головні проблеми – необхідність наявності чіткого переліку даних, які знадобляться через складність і витратність внесення змін у смарт-контракти та підвищена вартість операцій для користувачів. Проблему вартості можна вирішити використовуючи layer-2 solutions, такі як Polygon, що дозволить значно зменшити витрати на проведення операцій для користувачів. Розробка чіткого плану проекту на етапі проектування дозволить уникнути необхідності додавати нові структури даних, що може бути проблематичним.

Список використаної літератури

1. Andreas M. Antonopoulos A.M., Wood G. Mastering Ethereum. Building smart contracts and Dapps. – O'Reilly Media, 2019. – 385 p.

2. Ethereum-org-website. https://github.com/ethereum/ethereum-org-website. [online] GitHub. Available at: < https://github.com/ethereum/ethereum-org-website > [Accessed 05 October 2023].

УДК 332.87

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРАЦІЇ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ З МОНІТОРИНГУ КОМУНАЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ

Хімчук К.С., Полєтаєв М.І. (kosti4ka777@gmail.com, poletaevmikola@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

У тезах вказано на необхідність точного моделювання та прогнозування споживання ресурсів і описується, як математичні методи допомагають планувати виробництво та розподіл ресурсів. Це сприяє уникненню перевантаження систем і зменшує витрати на надлишковий обсяг виробництва. Користувачі в свою чергу можуть контролювати свої витрати та адаптувати їх відповідно до своїх потреб.

У сучасному світі, де інформаційні технології відіграють ключову роль у великому спектрі галузей, оптимізація комунальних розрахунків стає важливим завданням для місцевих влад та постачальників послуг. Налагодження системи, що спрощує та удосконалює розрахунки, має потенціал покращити якість обслуговування мешканців, зменшити фінансові втрати та забезпечити більш ефективне використання комунальних ресурсів. Розробка програмного забезпечення для оптимізації комунальних розрахунків - це ключовий крок у досягненні цих цілей.

Важливим компонентом в середовищі застосування інформаційних систем з оптимізації процесу розрахунку комунальних платежів – є використання сучасного симбіозу математичних та логічних методів визначення вартості наданих послуг із статистичним відстеженням загальної динаміки. Це дозволить суттєво покращити якість розподілу бюджету на комунальні послуги, а також стандартизувати витрати [1]. Які є головні переваги для застосування методів оптимізації комунальних витрат з використанням програмного забезпечення:

- Зниження фінансових втрат: Однією з основних переваг використання програмного забезпечення для комунальних розрахунків є зменшення фінансових втрат. Некоректні розрахунки та помилки в обліку можуть призвести до значних фінансових збитків для міст та постачальників послуг.
- Економія ресурсів: Ефективна оптимізація комунальних розрахунків сприяє економії ресурсів, таких як вода, електроенергія, газ і багато інших. Це особливо важливо для підтримки сталого розвитку та зниження негативного впливу на навколишнє середовище [2].

Одним з ключових аспектів мінімізації витрат на комунальні послуги є точне моделювання та прогнозування споживання ресурсів, таких як електроенергія, вода, газ і т.д. Математичні методи, такі як аналіз часових рядів і регресійний аналіз, дозволяють розробляти моделі споживання та прогнозувати піку споживання в різні періоди.

Це допомагає постачальникам послуг оптимально планувати виробництво та розподіл ресурсів, уникати перевантаження систем та зменшувати витрати на надлишковий обсяг виробництва. Споживачі – навпаки, можуть контролювати процес отримання ресурсів, аналізувати їх кількісну характеристику, а також адаптувати витрати стосовно своїх, персоналізованих вимог.

Розробка програмного забезпечення для оптимізації комунальних розрахунків є кроком до сучасних, ефективних та сталих місцевих систем. Вона дозволяє містам та регіонам покращити ефективність, зменшити фінансові втрати та забезпечити більш ефективне використання ресурсів. Такий підхід є важливим для сталого розвитку сучасних суспільств та забезпечення комфорту та якості життя громадян.

Список використаної літератури

1. Волковська Я. В. Оптимізація витрат на прикладі підприємств готельно-ресторанного комплексу/ Я. В. Волковська // Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу, №2(37), 2017. – с. 19-23.
2. Сироватка С.О. Теоретико-методичні основи дослідження поведінки учасників ринку житлово-комунальних послуг. Державне управління: удосконалення та розвиток, Дніпро. Вип. 8, 2017. – С. 167–171.

УДК 004.9 (338.351)

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ТА БІОЕКОНОМІКИ МІСТА

Чорна Л.О.
Житомирський інститут ПрАТ
«ВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом», (Україна)
Венажиндене М. Й.
Сільськогосподарська академія Університету Вітаутаса Великого, (м. Каунас, Литва)
Коваленко О.О. (ok@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Метою досліджень є розробка концепції для реалізації інформаційної системи підтримки розвитку біоекономіки міста. Запропонована інформаційна системи дозволяє контролювати основні показники розвитку біопідприємств, підтримки розвитку біоінфраструктури міста.

Створення інформаційної системи екологічного здоров'я та біоекономіки міста передбачає запровадежння спеціальної концепції біоекономіки міста та постійний моніторинг її реалізації. Такий підхід передбачає «активний розвитку всіх напрямів і формування зрілої свідомості громади щодо доцільності активізації та підтримки розвитку і підприємств, і збереження та відновлення всіх ресурсів міста» [1-5]. Інформаційна система реалізації такої концепції повинна складатись з системи моніторингу та регуляторного управління розвитком екології та біоекономіки, а також спеціальних відкритих ресурсів популяризації біоекономіки та навчання всіх верств населення міста, активного залучення громади.

Концепція розвитку біоекономіки міста необхідна для того, щоб охопити різноманітні напрями та сформувати комплекс розвитку території міста, його підприємств та громади. Це дозволяє сформувати інформаційну систему розвитку біоекономіки міста, яка буде містити основні показники біоекономіки та екології та давати можливість представникам громади, місцевій владі, фахівцям з екології відслідковувати такий розвиток відповідно до стратегії розвитку міста, ключовим показникам розвитку та умов екологічного здоров'я.

Промислова,. Культурна спеціалізація міст дозволяє активізувати напрями різних екологічних проєктів, які будуть підтримувати природне середовище та саме місто.

Важливим аспектом є створення єдиної інформаційної системи, яка постійно оновлюється за даними моніторингу розвитку підприємств, забудови, відновлення ресурсів, підтримки екологічних ініціатив. Визначення проєкцій та етапів розвитку біоекономіки є основою для інформаційної карти розвитку інформаційних ресурсів міста в напряму підтримки та популяризації біоекономіки. Користувачами такої системи з різними рівнями прав доступу є представники бізнесу, громадських організацій, державних інституцій, самоврядування. Такий підхід дозволяє здійснити контроль використання та відновлення ресурсів, оцінити доцільність запровадження нових технологій, активізувати діяльність громади в напряму розвитку біо- та екосоціальних ініціатив. В таблиці 1 представлені стадії розвитку біоекономіки міста від фрагментарних проєктів до комплексної концепції та системи управління розвитком екологічного здоров'я та біоекономіки міста.

Таблиця 1 – Розвиток інформаційних систем біоекономіки міста

Фрагментарне запровадження складових біоекономіки	Реалізація державної політики з біоекономіки	Державне та приватне партнерство з розвитку біоекономіки	Системний підхід до формування розвитку біоекономіки міста	Інформаційна система для підтримки комплексної концепції розвитку біоекономіки міста
Розвиток окремих виробництв. Вивчення біоекономіки в школі та на визначених спеціальностях у вищих навчальних закладах. Окремі громадські акції з поводження з відходами, очищення території, річок, парків. Окремі випадки використання біоенергетики. Моніторинг показників в локальних ІС установ, підприємств та організацій	Участь в державних програмах розвитку біоекономіки за напрямами: виробництво; енергетика; циркулярний цикл в місті; спеціальна формальна та неформальна освіта; підтримка громадських організацій та кластерів. Показники запровадження проектів	Партнерство влади, підприємств, освітніх установ та громадських організацій. Показники запровадження проектів	Охоплення всіх напрямів розвитку міста. Включення в стратегічні напрями розвитку. Визначення спеціалізації міста та його особливостей щодо розвитку біоекономіки. Комплексна інформаційна система міста	Створення окремої концепції розвитку біоекономіки міста та формування спеціальних документів для здійснення регуляторної політики збереження та відновлення біоресурсів. Запровадження проектів підтримки розвитку біоенергетики, еко та біо освіти, навчання населення для збереження ресурсів, сортування відходів, активна співпраця з підприємствами та підприємцями регіону та запровадження різних видів партнерства. Інформаційна система моніторингу показників розвитку екологічного здоров'я та біоекономіки міста та партнерів

Запропонована концепція дозволяє визначити основні спеціалізації підприємств міста, інституції, що будуть займатись контролем біосфери, стану поводження з відходами, екологічної освіти в місті. Головна проблема не в створенні програмного забезпечення, а в організації зв'язку між підприємствами та установами, інтеграції різних інформаційних систем тощо.

Така концепція містить сценарії партнерської співпраці не тільки в межах міста, а і з різними міжнародними організаціями, містами-партнерами, розвитку біоекономічних кластерів. Реалізація інформаційної системи може бути здійснена за допомогою спеціальних інструментів на основі системи ключових показників розвитку біопідприємств, а також моніторингу показників екології міста. Така інформаційна система має різні рівні доступу – від локальних систем міста та партнерів до відкритих публічних сайтів з екології та біоекономіки.

Список використаної літератури

1. Urban circular bioeconomy. URL:https://errin.eu/sites/default/files/2019-10/191022%20-%20Bioeconomy%20WG%20-%20urban%20circular%20bioeconomy%20-%20Andrea%20Accorigi%20DG%20RTD.pdf(Accessed 20.05.2022)
2. Бугайчук В.В., Грабчук І.Ф. Біоекономіка та її роль у розвитку сучасного суспільства. Економіка АПК, Київ,2018. № 5. С. 110-115
3. Lithuanian BioeconomyDevelopmeng Feasibility Study. Akademija, Kauno, 2017. 179 p. URL: https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Inovaciijos/bioekonomikos%20studija/Lithuanian%20Bioeconomy%20Study_EN.pdf (Accessed 20.05.2022)

4. The European Bioeconomy in 2030. Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges URL: http://www.fabretp.eu/uploads/2/3/1/3/23133976/white-paper-final.pdf (Accessed 20.05.2022)
5. Industrial symbiosis in Lithuania - BioBaltic project URL: https://storymaps.arcgis.com/stories/a9a96208b39346fcbfac06501a432253(Accessed 20.05.2022)

УДК 004.4

СТВОРЕННЯ ВИМОГ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБИ ДІТЕЙ

Шаповалова С.В., Шпинковський О.А.
(vika14062003@gmail.com, alexandr.szpinkowski@gmail.com)
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

***Анотація**: Пропонується розглянути вимоги до розробки інформаційної системи для задоволення потреб дітей. Визначено перелік завдань на розробку та проведено порівняльний аналіз подібних систем. Сформульовано вимоги до створення сервісу.*

Материнство - це доволі важка, відповідальна і дуже виснажлива роль, що вимагає великих фізичних і емоційних зусиль. Під час пологів і вагітності жінки, як правило, отримують багато проблем зі здоров'ям, найчастіші з них: виснаження вітаміних ресурсів, випадіння волосся та зубів, діастаз, сколіоз, розриви тканин, геморой і остеопороз. Жінці потрібний час на відновлення, тому дуже важливо, щоб чоловік виконував свій батьківський обовязок, а не відносився до піклування своєю дитиною як до періодичної чи рідкісної «допомоги». Більша частина розлучень припадає на другий рік після народження дитини. Це незалежно від того чи виховує мати дитину одна чи з чоловіком.

Метою роботи є створення інформаційної системи, спрямованої на задоволення потреб дітей і полегшення життя батьків. Для досягнення цієї цілі було визначено ряд завдань, які потрібно виконати:

- Аналіз аналогічних онлайн-сервісів [1-3], що допоможе визначити сильні та слабкі сторони існуючих рішень.
- Визначення функціональних та нефункціональних вимог, включаючи швидкодію, безпеку та доступність.
- Вибір відповідних інструментів для розробки, включаючи технології та програмні мови.
- Проектування архітектури інформаційної системи, бази даних та інтерфейсу користувача.
- Реалізація сервісу програмно з урахуванням функціональних та нефункціональних вимог, з використанням сучасних практик розробки програмного забезпечення.

Для визначення функціональних вимог до онлайн-сервісу, спрямованого на задоволення потреб дітей, необхідно провести аналіз аналогічних рішень на ринку та врахувати їхні особливості [4-7].

Пропонуються характеристики деяких з існуючих аналогів онлайн сервісів:

- Levko - це веб-ресурс, де діти можуть поринути у світ поезії та оповідань. Тут можна знайти яскраві та надихаючі твори, написані спеціально для маленьких читачів, і сприятимуть розвитку їх уяви та мовних навичок. Levko - це цінний ресурс для батьків та вчителів, які бажають надати дітям змістовну літературну спадщину та позитивний досвід читання [8].
- Pampik - це сайт дитячого одягу, колясок та інших необхідних речей для малюків і мам. У наявності широкий асортимент високоякісних товарів, розроблених з урахуванням потреб дітей і їхніх батьків. Pampik пропонує зручний і безпечний спосіб забезпечити малюка всім необхідним і знайти стильний одяг і аксесуари для нього [9].
- Antoshka - це визнаний інтернет-магазин, який спеціалізується на дитячому одязі та аксесуарах. Пропонує широкий вибір високоякісних товарів, включаючи одяг, взуття, іграшки і

товари для догляду за малюками. Antoshka славиться своєю надійністю і гарним обслуговуванням клієнтів, роблячи шопінг для дітей легким та приємним досвідом для батьків [10]

Таблиця 1 – Порівняння аналогів інформаційної системи

Критерій	Назва веб ресурсу			
	Levko	Pampik	Antoshka	Сайт що пропонується
Наявність фізичних товарів	-	+	+	+
Наявність творів	+	-	-	+
Наявність простого і зрозумілого інтерфейсу	-	+	+	+
Активність на даний момент	-	+	+	-
Швидкість завантаження основного контенту	2,2 с	3,3 с	1,5 с	< 2 с
Перша отрисовка контенту	0,8 с	1,3 с	1,3 с	< 1,3 с
Сукупне зміщення макету	0	0,46	0,02	0,04

З таблиці можна побачити, що всі інформаційні системи мають як переваги так і недоліки. Головною проблемою ресурсу Pampik є низька швидкість завантаження основного контенту, що робить його незручним для використання. Наш сайт буде містити всі необхідні функції і матиме мінімалістичний інтерфейс для швидкодії.

Вибір мови програмування суттєво впливає на розробку програм. C# - потужна мова і швидка [11], часто використовується для розробки програм для Windows і інших платформ. Кожна мова має свої переваги і обмеження. Python - для веб-розробки і аналізу даних, JavaScript - для веб-розробки. Ruby - для веб-розробки, але не кросплатформена. C# - відмінний вибір для веб-розробки завдяки потужності та інтеграції з Microsoft. З багатим набором інструментів C# робить веб-розробку ефективною.

Ми провели порівняльний аналіз і вибрали C# для створення нового застосунку, задовольняючи потреби мам і дітей.

Список використаних джерел:

1. Шпинковська М. І. Засоби рекомендованого пошуку груп користувачів у соціальних мережах / Шпинковський О. А., Ус В. М. // Перспективні напрямки наукових досліджень, XIV Міжнародна науково-практична інтернет конференція. – Вінниця, 24 лист. 2017 року. – ч.2, – С. 63-65.

2. Шпинковська М. І., Шпинковський О. А., Смельський Ю. С. Аналіз та рекомендації для створення інформаційних систем оцінки кредитоспроможності клієнтів банку. Науковийвісник ХДУ. Серія Економічні науки. – Херсон: ХДУ. - 2017, вип.. 27 с. 142-145.

3. Шугаєва К. І., Шпинковський О. О. Додаток для бронювання місць в мережі ресторанів / Тези доповідей вісімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців «Інформатика, інформаційні системи та технології», Одеса, 23 квітня 2021 р.–с.69-71.

4. Узун І. С., Шпинковська М. І. Дослідження методу розпізнавання маркерів доповненої реалності / Тези доповідей вісімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців «Інформатика, інформаційні системи та технології», Одеса, 23 квітня 2021 р. –с.125-126.

5.Юкельсон М. В., Шпинковська М. І., Компоненти системи автоматизації «Розумного будинку» / Тези доповідей вісімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців «Інформатика,інформаційні системи та технології» Одеса, 23 квітня 2021 р.–с.216-218.

6.Узун І.С., Шпинковська М.І, Мобільний путівник з використанням технологій доповненої реальності / Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі: мат. XIV Всеукр. наук.-практ. web конф. аспірантів, студентів та молодих вчених Кривий Ріг КНУ: 23- 25 березня 2021 р. - с.91-94.

7. Шпинковська М.І. Забезпечення ефективності маркетингових компаній за допомогою машинного навчання / Голобородько В.В. // Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі. Матеріали XII Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених (20-22 березня 2019 р.). – Кривий Ріг: КНУ, 2019. – С.103-104 http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/8581/1/2019%20%281%29.pdf

8. Levko – сайт збірник дитячих творів [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. Берислав : 2020-2023. – Режим доступу: https://levko.info/ (дата звернення 20.09.2023) – Назва з екрана

9. Pampik - дитячий інтернет магазин [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. Київ : 2009-2023. – Режим доступу: https://pampik.com/ua (дата звернення 21.09.2023) – Назва з екрана

10. Antoshka - дитячий інтернет магазин [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. Київ : 2009-2023. – Режим доступу: https://antoshka.ua/ua/ (дата звернення 20.09.2023) – Назва з екрана

11. Pagespeed – ресурс для визначення швидкодії сайтів [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. Київ : 2010-2023. – Режим доступу: https://pagespeed.web.dev/?utm_source=psi&utm_medium=redirect (дата звернення 20.09.2023) – Назва з екрана.

УДК 004.41

ПРОГРАМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАБОРОМ ФАХОВИХ ДОКУМЕНТІВ МОРЯКІВ

Шершень А. М. О., Зіноватна С.Л.
(karmentka3@gmail.com, zinovatnaya.svetlana@op.edu.ua)
Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

Обгрунтовано необхідність автоматизації обліку видачі документів, які надають право виконувати професійні обов'язки для моряків. Надано формалізоване представлення етапів отримання документу, на основі представлення визначені функції інформаційної системи.

Щоб забезпечити безпеку людського життя на море, ефективну навігацію, захист і схоронність морського середовища, на морському транспорті повинні працювати компетентні, добре підготовлені моряки. Мінімальні стандарти відносно компетентності складу суднової команди встановлює Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ). Оригінал будь-якого диплома, що вимагається Конвенцією, повинен знаходитися на судні, на якому працює його власник. В [1] наданий перелік документів, який має бути наданий кандидатами на отримання дипломів.

Існують державні підприємства, яким надано право щодо надання послуг у сфері морського та річкового транспорту (наприклад, Державне підприємство «Сервісний центр морського та річкового транспорту» (Моррічсервіс) [2]). Такі підприємства несуть високу відповідальність відносно морської безпеки, коли видають документи.

Тому актуальною задачею є наявність автоматизованої системи обліку виданих документів та набору документів, на основі яких видаються основні документи.

На сьогодні автоматизація присутня практично у всіх сферах життя людства. Всі підприємства, незалежно від їхньої галузі або розміру, використають документи для щоденної роботи. По даним Business.com, 21,3% продуктивності губиться через проблеми з документами. Труднощі з пошуком або відкриттям документа, можуть привести до значного зниження продуктивності, оскільки в довгостроковій перспективі це накопичується. Невдале зберігання документів займає в середньому 18 хвилин на пошук, що відповідає втраті 50% часу тільки на пошук документа [3].

Для сучасних підприємств, для яких робота з документами може розглядатися як одна з найбільш трудомістких робіт, може бути використано програмне забезпечення для спрощення та автоматизації документообігу.

Метою роботи є зменшення кількості помилок під час оформлення фахових документів моряків за рахунок автоматизованого обліку та аналізу стану документації.

Якщо документи створюються, зберігаються та розповсюджуються в компанії з використанням програмного забезпечення для керування документами, це дає можливість підвищити ефективність, зменшити вартість ведення паперових записів. На ринку програмного забезпечення існують готові продукти для роботи з документами.

OpenDocMan [4] – веб-система керування документами з відкритим вхідним кодом, що дозволяє використовувати програму безкоштовно й змінювати її за власним розсудом. OpenDocMan забезпечує доступ через Інтернет, підтримує детальний контроль доступу до файлів, а також автоматичну установку й відновлення. DOCS.UA [5] - ECM-платформа (Enterprise Content Management), базова комплектація якої забезпечує основні функції системи електронного документообігу (СЕД) з управління документами і бізнес-процесами.

В результаті аналізу названих та інших програм з'ясовано, що є програми, які б могли формувати документи для замовлення на послугу від клієнту, контролювати стан документу, але немає такої програми керування документообігом, яка дозволяла би підтримувати контроль наявності множини документів відповідно послузі з отримання морських документів.

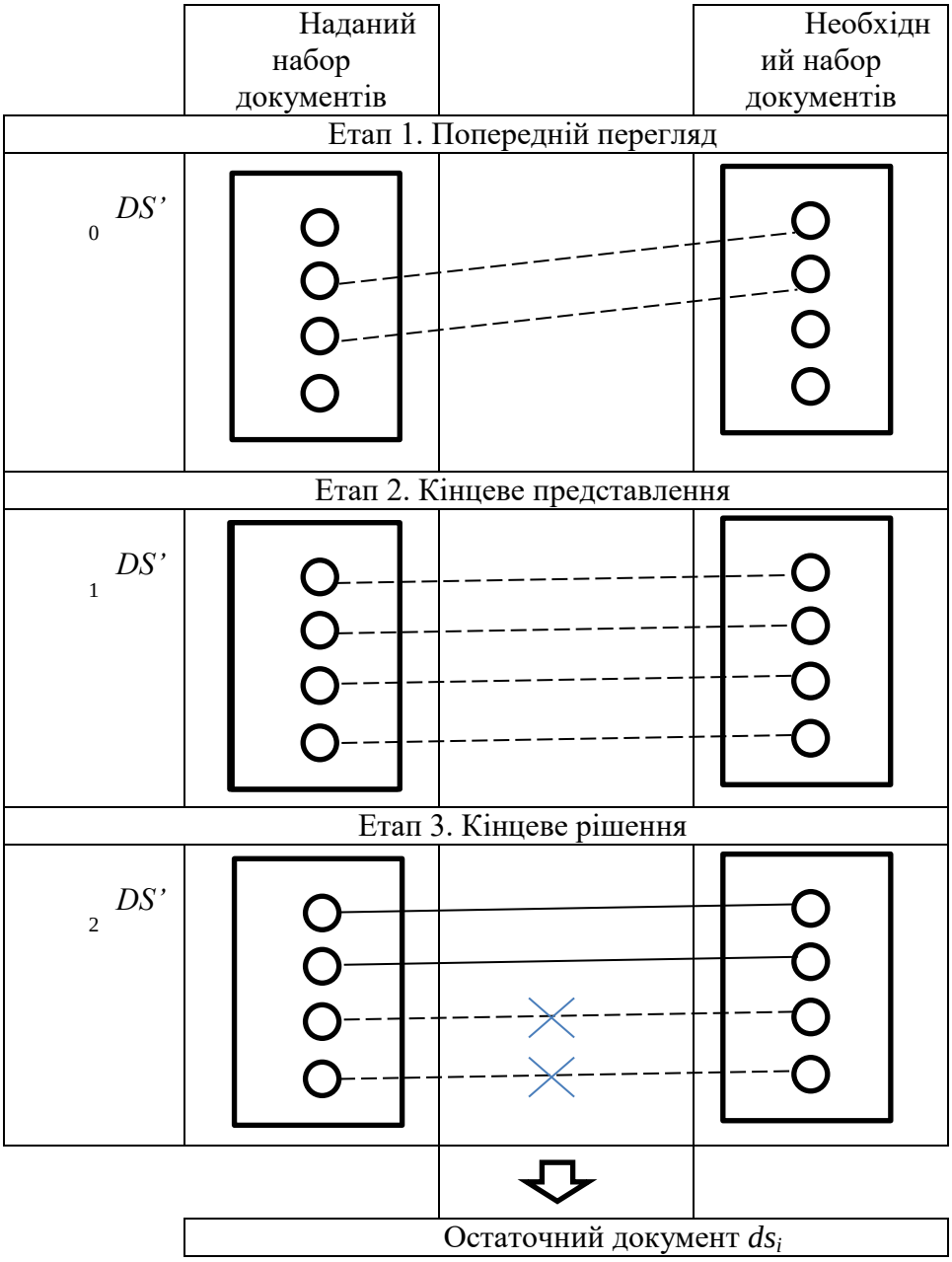


Рисунок 2.1 – Схема отримання документу

Відповідно Міжнародній конвенції ПДНВ встановлено набор документів *DS*, при наявності якого особа може займати задану посаду *sp*. Також має бути враховано тип *st* та розмір судна *ss*. Таким чином, існує наступна залежність *DS*=f (*sp*, <*st*, *ss*>).

DS складається з множини документів, кожний з яких може мати власний термін дії *ds*=<*dt*, *pst*, *pend*>. Період дії визначається типом документу. Документи з множини *DS* можуть мати різні *pst* у однієї особи. Для отримання окремих документів з *DS* потрібно мати вже діючі документи, які також входять до самої множини *DS*. Таким чином, існує залежність

$$ds_i = f(DS_i') \quad (1), \text{ де } DS_i' \subseteq DS.$$

Процедура отримання документу ds_i включає кілька етапів, які зображені на рис. 1.

На першому етапі особа записується на прийом для подання документів DS_i' з метою отримання ds_i. До визначеної дати може бути виконаний попередній перегляд наданої множини документів DS'^{0}. На цьому етапі визначаються недостатні чи неготові для прийняття документи. Переший етап може мати кілька ітерацій. Другий етап відбувається в зазначену дату прийому. Співробітники організації, яка надає послуги з отримання документів з *DS*, виконують кінцевий перегляд наданої множини документів DS'^{1} на відповідність вимозі (1). На третьому етапі документи переглядаються організацією, яка приймає кінцеве рішення про можливість видачі документу ds_i. У разі відповідності документів усім міжнародним правилам особі видається документ з новими значеннями *pst* та *pend*. У разі відмови у видачі остаточного документу особа має повернутися на етап 1 або обрати інший шлях отримання документу, наприклад, здати екзамен замість отримання підтвердження за стажем.

Відповідно функціями інформаційної системи є запис на прийом, збереження копій документів, поданих під час прийому, складання договору на надання послуги, перевірка відповідності кожного документу визначеним правилам, передача документів для кінцевої перевірки, фіксація отримання документу або відмови. Необхідна інформація зберігається у базі даних.

Таким чином, в роботі надано формалізоване представлення шляху проходження документів для отримання кінцевого документу, який надає право моряку виконувати свої посадові обов'язки відповідно міжнародним правилам.

Список використаної літератури

[1] Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року. [Online]. Available: http://www.sur.ru/upload/files/ STCW_guide_russian_file_35_4617.pdf. [Accessed: September 15, 2023].

[2] Про Моррічсервіс. [Online]. Available: https://morrichservice.marad.gov.ua/ua/pro-sluzhbu/pro-morrichservis. [Accessed: September 15, 2023].

[3] 10 Best Document Management Software In 2022. [Online]. Available: https://kiiky.com/wealth/document-management-software. [Accessed: September 15, 2023].

[4] OpenDocMan ™. – Open Source Document Management System. [Online]. Available: https://www.opendocman.com. [Accessed: September 15, 2023].

[5] DOCS.UA. [Online]. Available: http://docsua.org. [Accessed: September 15, 2023].

УДК 004.3(075.8)

ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ В ПРОГРАМУВАННІ ВБУДОВАНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

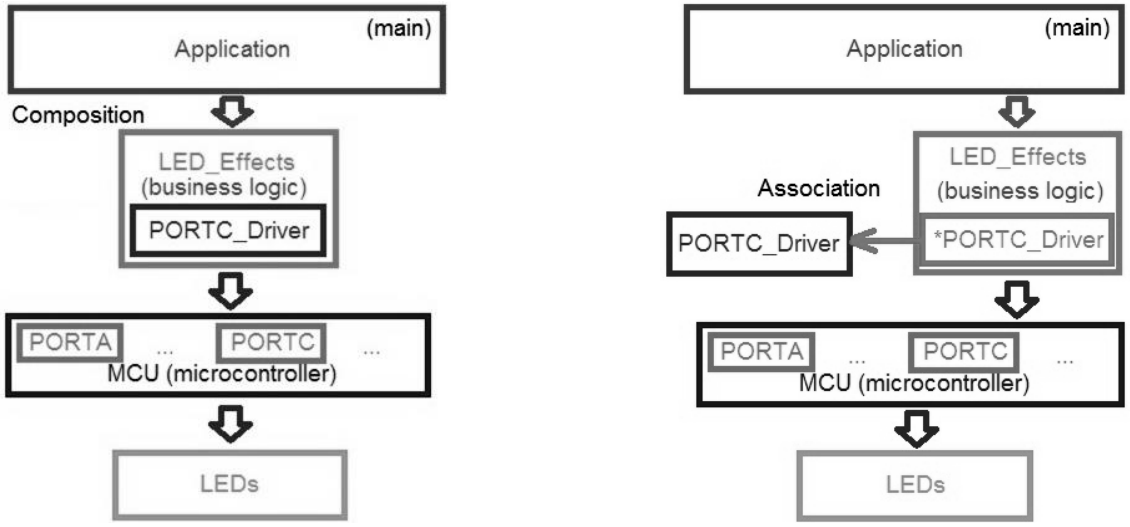
Шубенок А.І., Ушкаренко О.О. (maestrotees@gmail.com),
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (Україна)

В тезах розглянуто особливості використання об'єктно-орієнтованого підходу при програмуванні вбудованих мікропроцесорних систем керування, збору та обробки даних. На прикладі системи керування засобами відображення інформації розглянуто підходи до реалізації архітектури програми – з використанням композиції та агрегації. Наведено структури

розробленого програмного забезпечення, в яких позначено окремі програмні модулі, що виконують роль драйверів периферійних вузлів мікроконтролера.

Одним з найскладніших завдань при розробці вбудованих мікропроцесорних систем керування, збору та обробки даних є проектування архітектури програмного забезпечення (ПЗ) на ранніх стадіях розробки. Протягом життєвого циклу програмного забезпечення в нього вносяться зміни, додаються нові функціональні можливості, змінюється вигляд як окремих графічних елементів, так і всього інтерфейсу програми в цілому. Зокрема, в [1] продемонстровано вплив різних підходів до рефакторингу на атрибути якості програмного забезпечення. І такі зміни, хоча вони і направлені на покращення якості програмного забезпечення, можуть мати зовсім зворотній ефект, а саме внести помилки в роботу програми, погіршити зручність користування. До недавніх пір об'єктно-орієнтований підхід не дуже широко використовувався при розробці таких систем, що було обумовлено значно більшим об'ємом пам'яті, яку після компіляції займає отримана програма, написана з використанням методів об'єктно-орієнтованого програмування (ООП) на мові С++, та нижчою швидкодією в порівнянні з аналогічними програмами для мікроконтролерів [2], написаними на асемблері або мові Сі. Однак сучасні мікроконтролери, що використовуються у вбудованих мікропроцесорних системах, мають на декілька порядків більший об'єм як постійної, так і оперативної пам'яті, а частоти їх роботи досягають кількох сотень МГц (і навіть ГГц), що робить зазначені недоліки програм, написаних з використанням об'єктно-орієнтованого підходу, несуттєвими. Одним з важливих етапів життєвого циклу ПЗ є тестування. Традиційними підходами тестування ПЗ є ручне тестування [3] та автоматизоване модульне тестування [4]. Ручне тестування включає тестерів, які виконують тести вручну шляхом взаємодії з програмою, тоді як автоматизоване тестування передбачає використання програмних засобів для автоматичного виконання тестів. Для вбудованих МП систем ручне тестування зазвичай відбувається з використанням готового пристрою, або на моделі, створеній в одному зі спеціалізованих середовищ моделювання, наприклад Proteus. Використання ООП дозволяє оформити компоненти ПЗ у вигляді окремих модулів (класів) та виконати модульне тестування методів класу, забезпечуючи високу якість ПЗ.

На рис. 1, а, представлено структуру програми, в якій використано принцип композиції при створенні класів. Реалізовано 2 класи – клас PORTC_Driver для роботи з портом С мікроконтролера (фактично, клас являє собою спрощений варіант драйверу порта вводу/виводу мікроконтролера), та клас LED_Effects, в якому реалізовано формування різноманітних світлових ефектів на світлодіодах (тобто, реалізовано «бізнес-логіку»). Клас для роботи з портом вводу/виводу PORTC_Driver є складовою частиною класу LED_Effects.



а б

Рис. 1.

На рис. 1, б, представлено структуру програми, в якій використовується асоціація. В цій архітектурі клас LED_Effects містить не екземпляр класу PORTC_Driver, а вказівник на нього. Сам об'єкт для роботи з портом вводу/виводу (екземпляр класу PORTC_Driver) створюється за

межами LED_Effects, і передається в конструктор класу LED_Effects за допомогою вказівника. Отже, екземпляр клас LED_Effects (об’єкт myLEDEffect) ніяк не керує життєвим циклом екземпляру класу PORTC_Driver (об’єкт myPortC). У цій концепції ООП усі об'єкти мають окремий життєвий цикл, і вони не мають власника.

В цих прикладах логіка керування станом порта винесена в окремий клас LED_Effects, і в функції main() створюється екземпляр цього класу. Шляхом виклику методів класу відбувається керування портом вводу/виводу мікроконтролера. В класі myLEDEffect реалізовано 3 методи: blinking_lights(), bumping_lights() та running_lights(). При виклику методу blinking_lights() відбувається вмикання та вимикання всіх світлодіодів через певний проміжок часу. Функція bumping_lights() формує світловий ефект вогників, що зіштовхуться. При виклику методу running_lights() формується ефект «біжучого вогника».

Цікавою особливістю різних відносин між класами є те, що логічність їх використання може залежати від погляду проектувальника, від того, з якого боку дивиться на завдання і які питання він ставить собі при аналізі. Саме тому одне і те саме завдання можна вирішити кількома різними способами, при цьому в одному випадку може бути отримано сильно пов'язаний дизайн з великою кількістю композиції, а в іншому випадку це завдання буде декомпозовано на більш автономні модулі, що поєднуються між собою за допомогою відношень агрегації або асоціації.

Висновки. У проведеному дослідженні на декількох прикладах показано структуру програм для мікроконтролерів, написаних з використанням методів ООП. Ряд переваг, що надає ООП, а саме зрозумілість та прозорість архітектури програми, її гнучкість, надійність, модульність, супроводжуваність, можливість модульного тестування тощо, є тими факторами, що робить використання ООП для програмування вбудованих мікропроцесорних систем бажаним, і навість стало звичайною практикою в багатьох IT-компаніях.

Список використаної літератури

[1] Almogahed Abdullah, Omar Mazni, and Zakaria Nur Haryani, “Categorization Refactoring Techniques based on their Effect on Software Quality Attributes,” *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, issue 8S, pp. 439–445, June 2019.

[2] Fülöp Melinda, Udvaros József, Gubán Ákos, Sándor Ágnes, “Development of Computational Thinking Using Microcontrollers Integrated into OOP (Object-Oriented Programming),” *Sustainability*. vol. 14(12):7218, pp. 1–16, June 2022.

[3] Khin Shin Thant, and Hlaing Htake Khaung Tin, “The impact of manual and automatic testing on software testing efficiency and effectiveness,” *Indian Journal of Science and Research*, vol. 3, issue 3, pp. 88–93, May 2023.

[4] Tang Shuncheng, Zhang Zhenya, Zhang Yi, Zhou Jixiang, Guo Yan, Liu Shuang, Guo Shengjian, Li Yan-Fu, Ma Lei, Xue Yinxing, and Liu Yang, “A Survey on Automated Driving System Testing: Landscapes and Trends,” *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 32, issue 5, pp. 1–62, July 2023.

УДК 004.4

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ТОРГОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Яковлева К. В. (iakovleva.katy1@gmail.com)
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" (Україна)

У роботі розглядаються актуальні проблеми якості програмного забезпечення великих проектів та пропонується дослідження методів та інструментів для оцінки якості ПЗ у торгових підприємствах з метою підвищення ефективності та конкурентоспроможності.

Вступ. Значна частина великих проектів виявляється з відставанням від графіку або перевищенням кошторису витрат. У таких ситуаціях розроблені продукти часто не відповідають

потребам за функціональними можливостями, характеризуються низькою продуктивністю, і якість програмного забезпечення не задовольняє споживачів.

Статистика щодо реалізації програмних проектів, як оцінена Standish Group International, показує, що загальні витрати на розроблення програмного забезпечення становлять приблизно 275 мільярдів доларів, проте лише 72% таких проектів досягають стадії впровадження, і всього 26% успішно завершуються [1].

Таким чином, моніторинг показників якості на кожному етапі розробки та супроводу програмного забезпечення надає можливість ефективно контролювати і покращувати кінцевий продукт. Тому проведення досліджень та розробка програмного рішення для оцінки додатків торгових підприємтв є наразі актуальними і важливими питаннями.

Постановка задачі. Дослідити сучасні методи та засоби, а також вивчити відповідні стандарти, спрямовані на забезпечення та оцінку якості програмних рішень в торгових підприємтвах з метою підвищення ефективності, конкурентоспроможності та клієнтської задоволеності.

Дослідження сучасних методів оцінки якості ПЗ включає в себе аналіз методів та підходів до оцінки якості програмного забезпечення (тестування, аналіз коду, вимірювання продуктивності, безпеки тощо).

Запропонований підхід полягає в тому, щоб розглянути існуючі стандарти якості ПЗ, в том числі міжнародні та галузеві стандарти, які регулюють питання якості програмного забезпечення, такі як ISO 9001, ISO/IEC 25000 (SQuaRE). В якості стандартна було обрано ISO-IEC 9126-1 [2].

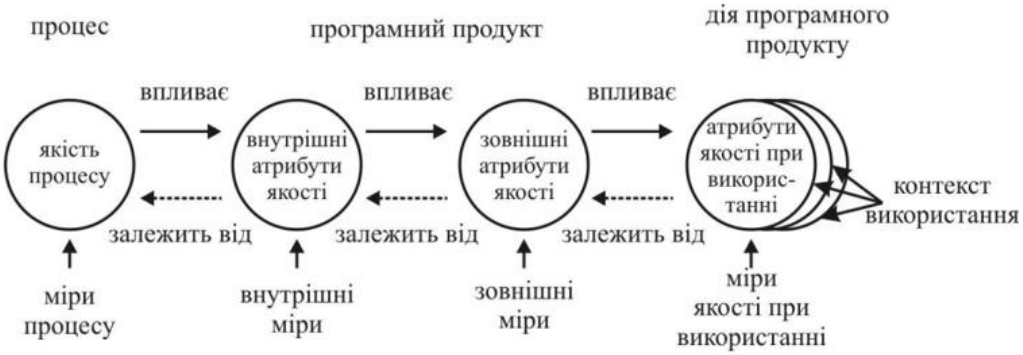


Рисунок 1 - Якість програмного засобу в його життєвому циклі (згідно ISO-IEC 9126-1)

Також потрібно проаналізувати інструменти для забезпечення якості ПЗ: оцінити доступні інструменти та програмне забезпечення для підтримки процесів оцінки якості ПЗ, включаючи інструменти для автоматизації тестування, аналізу коду, моніторингу продуктивності тощо. На основі цього розробити методологію оцінки якості ПЗ.

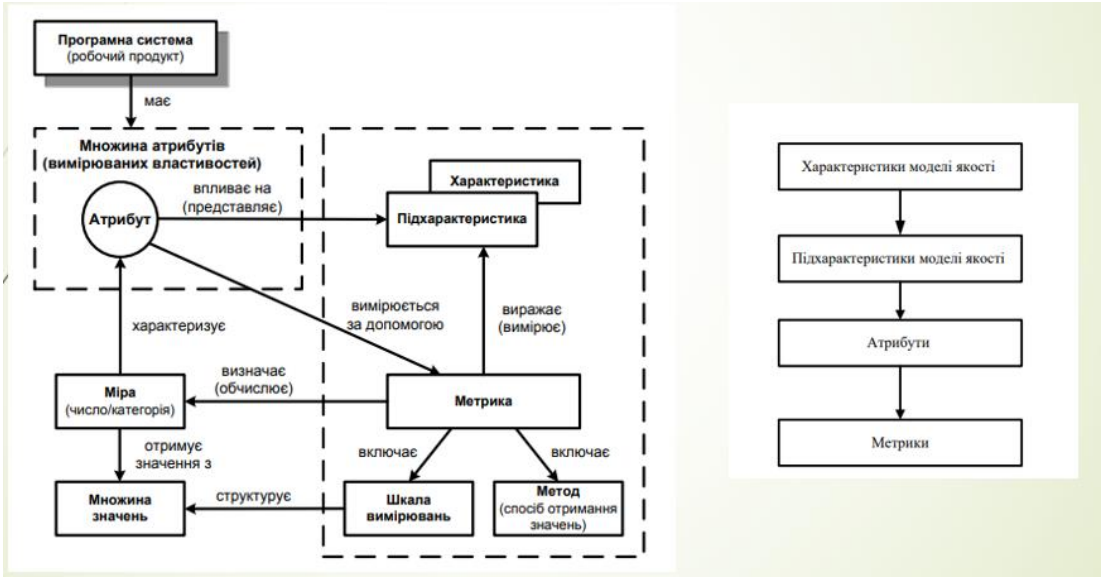


Рисунок 2 - Оцінки значень показників якості

На основі досліджень розробили власну методологію оцінки якості ПЗ, яка враховуватиме специфіку організації та проектів розробки, що представлено на рисунку 2.

Оцінювання ж якості ПЗ з використанням результатів метричного аналізу зводиться до того, що на підставі показників якості розраховують значення відповідних метрик якості та значення комплексного показника якості майбутньому програмному продукту.

До складу зовнішньої моделі представлення якості входить 6 основних характеристик та 27 підхарактеристик, а крім цього кожна з підхарактеристик має свій набір характеристик та відповідних їм метрик. Для цього був створений модуль класифікації характеристик за компонентами моделей, що надає можливість віднести кожен окремий атрибут до відповідної характеристики, підхарактеристики та поставити йому у відповідність стандартизовану метрику.

Архітектура програмнного рішення складається з двох компонентів: клієнт і сервер. Архітектура розроблюваного додатку є дворівневою, яка на відміну від трирівневої використовує один сервер безпосередньо, без використання сторонніх ресурсів [3].

Серверна частина забезпечує реєстрацію користувача системи, визначення відповідних привілеїв на основі прав доступу, менеджменту його профілем, менеджменту специфікаціями вимог до ПП, надає можливість заповнення уніфікованих компонентів ієрархічного дерева моделей представлення якості ПП. Розробка модулів буде здійснюватися за допомогою PHP з використанням веб-фреймворків, таких як Laravel та Symfony.

А розробка інтерфейсів буде використовується мова гіпертекстової розмітки HTML5 [4]. Для дизайну веб-сторінок використовується CSS.

При розробці програмного забезпечення буде використана реляційна база даних MySQL. MySQL має велику кількість функцій та можливостей, що дозволяє PHP-розробникам реалізовувати різноманітні функції вебдодатків, включаючи роботу з транзакціями, збереження даних у форматі JSON [3].

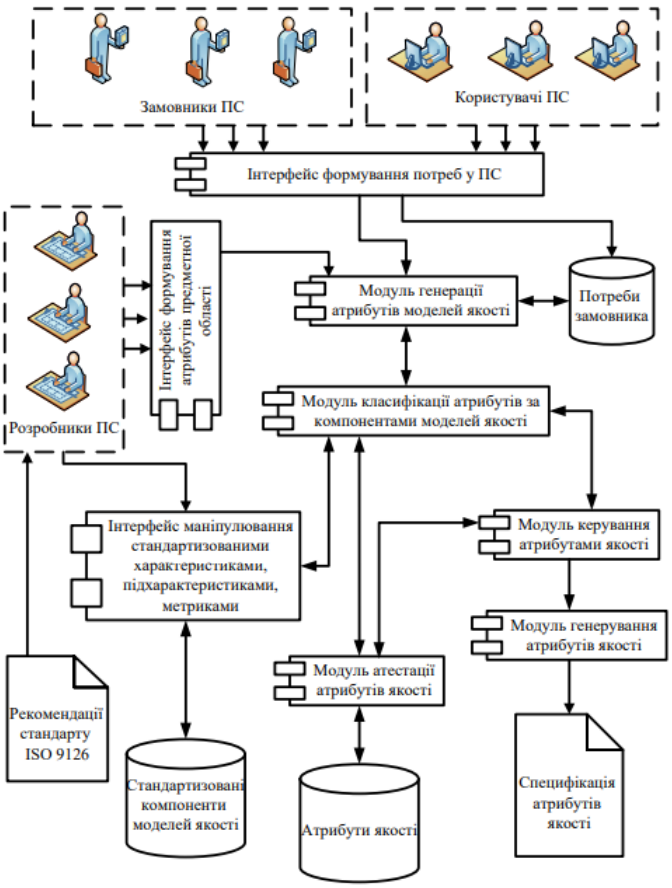


Рисунок 3 - Архітектура виявлення якісних характеристик

Висновки. В даній роботі пропонується дослідження та розробка методів та засобів для оцінки якості програмних рішень в торгових підприємствах.

Подальшими напрямками дослідження будуть розробка рекомендацій щодо використання конкретних методів, засобів та стандартів в організації розробки програмного забезпечення, а також розробка плану впровадження для підвищення ефективності, конкурентоспроможності та клієнтської задоволеності у торгових підприємствах.

Список використаної літератури

[1] В.О. Міщенко, О.В. Поморова, Т.О.Говорущенко, CASE-оцінка критичних програмних систем: у 3-х т., Т. 1: Якість ПЗ/ за ред. В.С. Харченка. Харків, Україна: Нац. аерокосмічний університет "ХАІ", 2015.

[2] ISO/IEC 9126-1, Software engineering-Product qualityPart 1: Quality model/ISO/IEC, 2001.

[3] О. В. Алексенко, Технології програмування та створення програмних продуктів, конспект лекцій. Суми, Україна: Сумський державний університет, 2018.

[4] В.К Галіцин, Ю.Т. Сидоренко, С.Д. Потапенко, Технологія програмування і створення програмних продуктів: Навч. посіб. — Київ, Україна: КНЕУ, 2019.

УДК 004.5

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СФЕРІ ПІДБОРУ МЕДИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ

Ямбуренко В. В.(yamburenko@gmail.com),
Лютенко І.В.(cherliv68@gmail.com),
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Україна)

Використання рекомендаційних систем в сфері підбору медичного персоналу може покращити якість найму, забезпечити оптимальний розподіл кадрів та сприяти зростанню ефективності медичних закладів.

Вступ. Використання рекомендаційних систем в сфері підбору медичного персоналу може бути надзвичайно актуальним з кількох причин. По-перше, медичний персонал грає вирішальну роль у наданні якісної медичної допомоги, тому важливо знайти найкомпетентніших фахівців для роботи в медичних закладах. Рекомендаційні системи можуть аналізувати обсяги даних про потенційних кандидатів, враховувати їхні навички, освіту, досвід роботи, а також спеціалізацію та інші фактори, що впливають на успішну роботу у медичному середовищі. По-друге, рекомендаційні системи можуть ефективно скорочувати час, який витрачають рекрутери на пошук та оцінку кандидатів, що підвищує продуктивність і знижує витрати на процес підбору персоналу. Крім того, такі системи можуть забезпечити більш об'єктивний підхід до відбору кандидатів, оскільки вони базуються на аналізі даних, а не на суб'єктивних оцінках.

Постановка задачі. Метою роботи є покращення роботи медичних закладів (або підрозділів, що займаються підбором персоналу) за рахунок використання рекомендаційних систем, зменшення часу на підбор медичного персоналу, зменшення суб’єктивності п процесі підбору. В результаті ми повинні отримати рекомендаційну систему, яка засновуючись на певній інформації та характеристиках мед працівників та інформації о користувачах, що шукає певного фахівця, зможе надати якісні рекомендації.

На вхід такої системи повинна подаватися наступна інформація про потреби та вимоги користувача (деталі захворювань, географічні обмеження, особисті характеристики), що допоможуть побудувати базовий портрет необхідного фахівця та користувача. Та інформація о минулих операціях користувача з системою, а саме з якими фахівцями він вже взаємодіяв і наскільки його це задовольнило (оцінка якості від користувача). На виході система повинна згенерувати оцінки для можливих рекомендованих фахівців, вибрати тих, що мають найвищі оцінки та запропонувати ці їх користувачеві.

Запропоновані рішення. Під час виконення роботи були детально розглянуті існуючі системи (наприклад, HealthNetsocial) та підходи до побудови таких систем.

Під час аналізу була сформована система бізнес правил і розроблено набір діаграм варіантів використання – концептуальна та для опису базових сценаріїв. На рисунку 1 представлена концептуальна діаграма варіантів використання, а на рисунку 2 представлена діаграма варіантів використання для одного з сценаріїв.

При аналізі предметної області були визначенні параметри, що можуть бути використані підчас рішення задачі генерації рекомендацій. Параметри можна умовно поділити на три групи в залежності до якої сутності вони відносяться. Перша група відповідає медичному працівнику та вакансії, що розмістив клієнт, вона покриває головні параметри, які беруть до уваги рекрутери підчас пошуку кандидатів. Друга група відноситься до самого клієнта (компанії, що шукає собі працівника), а саме мінімально необхідні відомості про клієнта, що можуть бути використанні для уточнення оцінки. Третя група враховує параметри, що відповідають минулим запитам, та містить певну інформацію, яку можна використати для аналізу успішності найму. Логічна схема даних цільової системи представлена на рисунку 3.

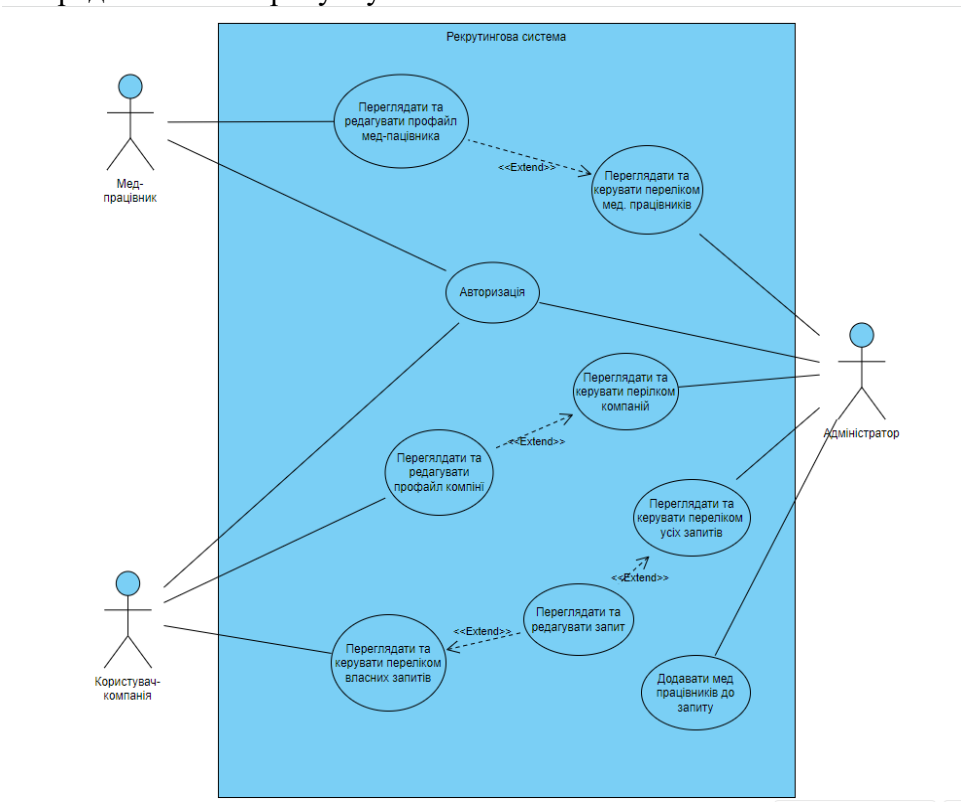


Рисунок 1 – Концептуальна діаграма варіантів використання для всієї системи.

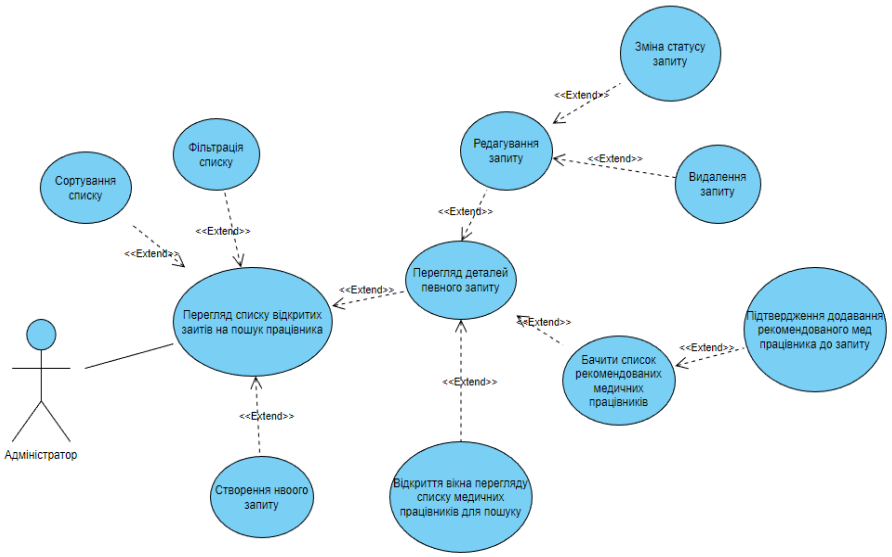


Рисунок 2 – Діаграма варіантів використання для сценарію «Керування запитами на пошук»

Дігамми розміщення та розгортання необхідні для розуміння як саме та з яких модулів буде складатися ПЗ, та як воно буде розміщуватися на фізичному або віртуальному сервері. На рисунку 4 наведено приклад діаграми розміщення з вказанням необхідних компонент.

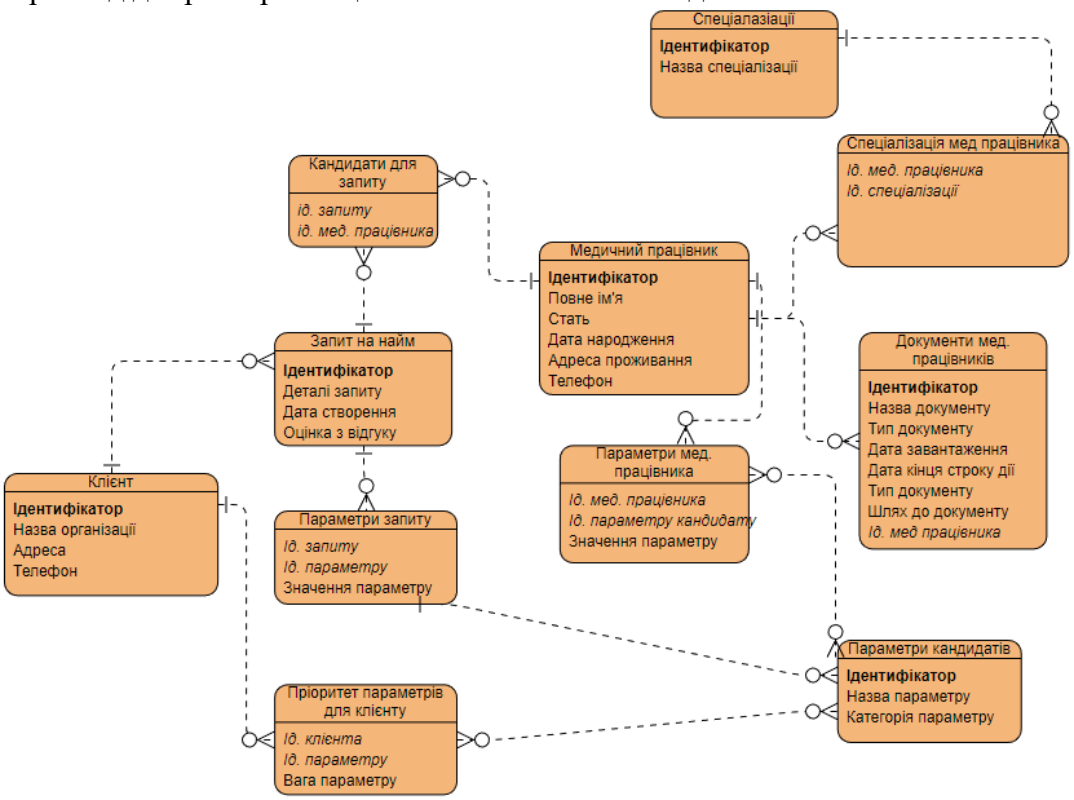


Рисунок 3 – Інформаційно-логічна схема даних для цільової системи

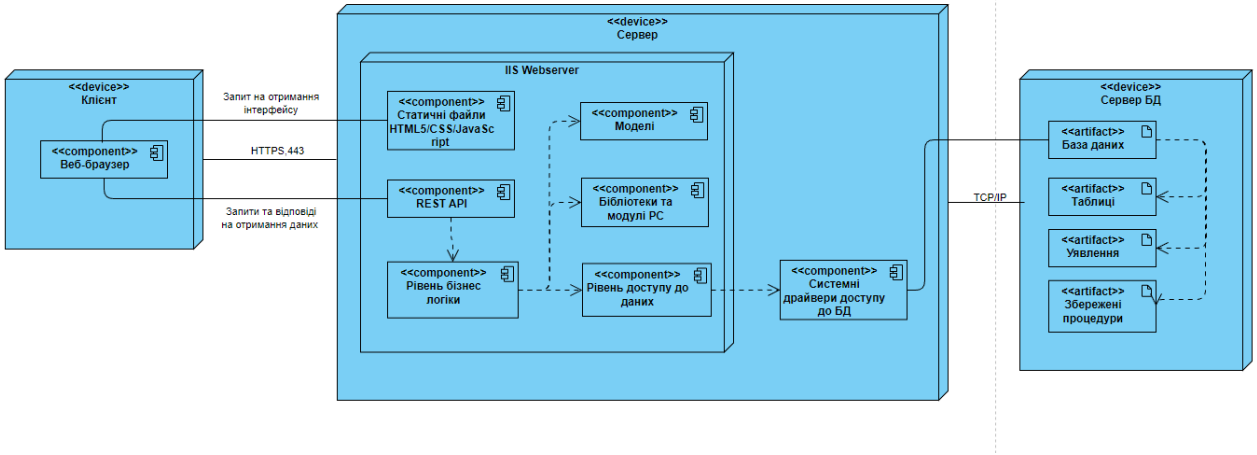


Рисунок 4 – Діаграма розміщення

Також були обран технології розробки. Для реалізації серверної частини та бізнес логіки було обрано використання технології .NET. Для роботи з БД планується використовувати інструмент SQL Server Management Studio, який розроблявся саме для роботи із SQL Server. Для клієнтського інтерфейсу доцільно використовувати фреймворк React.

Висновки. У даній науково дослідницькій роботі була розглянута проблема використання рекомендаційних систем у сфері медицини та підбору персонал. Сформовано перелік параметрів, які можуть використовуватися при генерації рекомендацій у даній ПрО. Також в ході роботи були сформовані бізнес правила, вибрана системна архітектура, розроблені діаграми для подальшої розробки. Також були обрані програмні та технічні засоби для розробки ПЗ. В подальшому планується ще побудувати графічний інтерфейс, застосувати рекомендаційний алгоритм та перевірити результати його роботи.

УДК 004.588

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ГЕОЛОКАЦІЄЮ ОБЛІКУ ВИТРАТ

В. С. Ярмола, В. П. Майданюк, О.Н. Романюк
(yarmola13579@gmail.com, maidaniuk@vntu.edu.ua, rom8591@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

В тезах розглядається розробка мобільного додатку, який допомагає людям відстежувати і контролювати свої витрати за допомогою функції геолокації. Додаток дозволяє користувачам створювати помітки на карті, що відображає, де вони витрачають свої гроші. Це особливо корисно для тих, хто хоче економити і більше піклуватися про свій бюджет. Крім того, згадується про можливість використання штучного інтелекту для аналізу витрат користувача та надання рекомендацій для вдосконалення стратегії економії.

Зрозуміти, куди ж витрачаються кошти, може бути справжнім викликом. Щоденні рутина, робота, сімейні обов'язки – все це поглинає ваш час, залишаючи мінімум простору для обліку особистих фінансів. Тим не менш, підтримка сталого фінансового здоров'я вимагає свідомого ставлення до витрат.

У сучасному світі, де багато людей борються з фінансовим балансуванням, облік витрат стає не просто критично важливим, а й недостатньо простим. Багато користувачів шукають унікальний підхід, який би легко інтегрувався в їхнє повсякденне життя, забезпечуючи практичність, підтримку та персоналізацію. Вводячи в розгляд новий мобільний додаток, ми розглядаємо інноваційний інструмент, що об'єднує геолокацію для відстеження витрат та штучний інтелект для аналізу фінансових звичок користувачів. Це передбачає, що користувачі отримують від програми не лише інформацію про те, де та як вони витрачають гроші, а й цінні поради щодо ефективного бюджетування.

Мета цього проекту полягає в розробці новаторського мобільного додатку, що забезпечує контроль фінансів з можливістю позначати на карті місця, де відбулися витрати. Застосуванням технологій, як об'єктами проекту, є інтегроване середовище Android Studio, система автоматичної збірки Gradle та хмарна база даних Firebase. У центрі уваги, як предмет проекту, стає інтегроване середовище розробки Android Studio, його інструменти та мова програмування Kotlin. Наше завдання - створити мобільний додаток, який відрізняється від існуючих аналогів, пропонуючи унікальну можливість відмічати на карті позиції витрат. Для досягнення цього необхідно розробити інтерфейс, виконати програмування додатку та провести його тестування.

Роль програмного забезпечення для контролю витрат

Програмне забезпечення для управління витратами відіграє важливу роль в сучасному світі, де потреба в ефективному контролі фінансів ніколи не була такою актуальною. Контроль витрат є багатогранним і складним процесом, який передбачає обробку великої кількості даних та глибокий аналіз. Програмне забезпечення значно спрощує цей процес, автоматизуючи найбільш трудомісткі та часозатратні завдання. Воно виконує обчислення швидко і точно, виключаючи ризик людської помилки. Також, програмне забезпечення дозволяє відображати діаграми та графіки в користувацькому інтерфейсі, роблячи аналіз даних простішим та зрозумілим. На додачу, програмне забезпечення автоматично стандартизує дані, що є особливо корисним для проектів з міжнародним фокусом, що включають обробку кількох валют. І нарешті, інтеграція програмного забезпечення з іншими системами може сприяти ефективному об'єднанню та обробці даних, забезпечуючи більш глобальний погляд на витрати.

Цілі обліку витрат

Цілі обліку витрат призначені для покращення фінансового управління, яке є ключовим для будь-кого: для окремої особи, для групи осіб або корпорації [1]. Ці цілі сконцентровані на зменшенні витрат та підвищенні прибутковості, покращуючи загалом конкурентоспроможність. Серед основних цілей обліку витрат:

1. Точне визначення витрат. Облік витрат передбачає збір, облік і категоризацію витрат для точного відображення витрат на товари або послуги [2].

2. Контроль за складовими витрат. Це дозволяє моніторинг і контроль над тим, як витрачаються гроші [2].

3. Підтримка в прийнятті рішень. Регулярні звіти про витрати забезпечують зрозумілу картину фінансового стану, що допомагає у прийнятті обґрунтованих рішень [2].

4. Планування на майбутнє. Аналіз витрат уможливлює точне прогнозування та планування бюджету.

5. Визначення цін на продукцію та сервіси і встановлення цін для максимізації прибутку.

Аналіз інформаційного забезпечення та особливостей реалізації

Розробка мобільного додатку, здійснюється на платформі Android за допомогою засобів Android Studio. Це інтегроване середовище розробки спеціально призначене для вирішення типових завдань, що виникають під час розробки додатків для Android. Певні особливості Android Studio, що використовуються під час розробки додатку, включають:

1. Живі макети (layout): ця функція дозволяє розробникам побачити, як код програми відтворюється у реальному часі [3].

2. Консоль розробника: це включає підказки для оптимізації, допомогу з перекладом, можливість слідкувати за напрямками, просування та додаткові метрики за допомогою аналітики Google [3].

3. Збирання проекту за допомогою Gradle: інструмент, що надає змогу автоматизувати та оптимізувати процес збирання коду [3].

4. Android-орієнтований рефакторинг та швидкі виправлення: інструменти, що допомагають поліпшити якість коду та ефективно управляти його змінами [3].

5. Шаблони для створення загальноприйнятих Android-дизайнів та компонентів.

6. Розширений редактор макетів (layouts), який дозволяє розробникам легко створювати користувацький інтерфейс за допомогою техніки "drag-and-drop", а також надає можливість попереднього перегляду макетів на різних конфігураціях екранів [3].

Тестування

Тестування є вирішальним етапом в розробці додатка, особливо при створенні такого важливого продукту як додаток для контролю фінансів. Тільки тести дозволять гарантувати надійність та точність додатку, необхідну для задоволення вимог користувачів [4].

Планується детальне тестування головного вікна програми. Це місце, де користувач має можливість переглянути всі свої витрати та доходи. Буде проведено перевірку якості відображення даних та їх точності, а також правильного розрахунку загального балансу. На рисунку 1 зображено головну сторінку додатку, що розробляється.

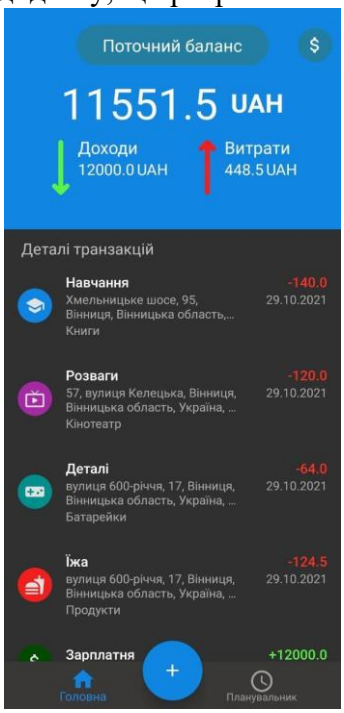


Рисунок 1 – Головна сторінка мобільного додатку

Окрім функціонального тестування, здійснюється тестування зручності користування (usability testing). Необхідно переконатися в інтуїтивній зрозумілості додатка, спрощеності його навігації та чіткості ключових елементів інтерфейсу.

Для забезпечення стабільної роботи в різних умовах, планується проведення тестування продуктивності. Це допоможе встановити роботу додатка при великому обсязі даних або в різних мережевих умовах. Також передбачається детальне тестування нового функціоналу, що зараз в розробці, для переконання, що він відповідає вимогам користувачів та не впливає негативно на існуючі компоненти додатка.

Основна мета всіх цих процедур – забезпечити користувачам надійний, точний та зручний додаток для контролю витрат.

Висновки

В розробці знаходиться мобільний додаток для контролю витрат та доходів, який передбачає усі переваги аналогів, а також пропонує унікальні можливості для користувача. Додаток забезпечує зручний доступ до фінансової інформації, включаючи змогу переглядати витрати та доходи, а також підрахунок загального балансу. В майбутньому планується додати нові функції до додатка, що зробить його ще більш функціональним та корисним.

Розробка ведеться на платформі Android з допомогою Android Studio і мови програмування Kotlin. Планується провести ретельне тестування додатка, включаючи перевірку функціональності, ергономіки та продуктивності. Це гарантує, що додаток буде високоякісним, надійним та зручним для користувачів.

Високий рівень деталізації і обережності, що вкладається в кожен етап розробки та тестування, є свідченням великої відповідальності та професійного підходу до створення цього додатка. Очікується, що це приведе до впровадження високоякісного продукту, який зможе задовольнити потреби користувачів і стане незамінним інструментом для управління їх фінансами.

Список використаної літератури

[1] “Cost control”, Approve, 13.05.2021. [Online]. Available: https://www.approve.com/blog /cost-control/ [Accessed: September 25, 2023].

[2] “The importance of cost accounting”, Accflex, 09.02.2020. [Online]. Available: https://accflex.com/en/Accounting-articles/best-cost-accounting-program [Accessed: September 25, 2023].

[3] “Android Studio”, Developers, [Online]. Available: https://developer.android.com/docs [Accessed: September 25, 2023].

[4] “Тестування ПЗ (види тестування)”, Друкарня, 15.04.2023. [Online]. Available: https://drukarnia.com.ua/articles/testuvannya-pz-vidi-testuvannya-JInS1 [Accessed: September 25, 2023].

Розділ 6.

Комп'ютерні телекомунікаційні мережі та технології

UDC 004.732

WAYS TO BYPASS BLOCKING ON THE INTERNET

Shaikhiev D.,Bykhov V., Ismailova R.T.
(r.ismailova@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Description of the methods of circumventing blocking on the Internet, their advantages and disadvantages. The principle of blocking sites and Internet resources. Modern problems and laws related to blocking.

The relevance of the topic lies in the fact that the blocking of sites in recent years has moved to a new level. There are quite a lot of ways to circumvent prohibitions on the Internet: special browsers, websites, Proxy servers and VPN connections. All this allows you to get to almost any blocked resource. Access to really dangerous sites is blocked much more than to ordinary Internet resources, but only really advanced users can bypass them. But it is possible to return sites closed by mistake only by a court decision and for a long time.

The purpose of the work is to explore ways to bypass blocking on the Internet.

Tasks: analyze ways to log in to blocked resources on the Internet; to identify the advantages and disadvantages of bypassing blocking on the Internet.

Such authors as S. E. Channov[1], A.V. Roslyakov[2], A. A. Lisikov[2], L. A. Grebenkova, A. A. Chebotareva, A.V. Ostroushko and others are engaged in the study of the problem of bypassing blocking on the Internet. According to S. Channov, blocking websites on the Internet has two sides: positive and negative. It is not difficult to classify information as potentially dangerous and block it. Unblocking the site if the owner of the information believes that the decision to terminate access to the site has no grounds, is possible only by a court decision and for a long time [1]. L. A. Grebenkova, A.V. Roslyakov and A. A. Lisikov also believe that a VPN should exist and bypassing the blocking of information on the Internet has positive aspects [2].The opposite view is held by A. A. Chebotareva and A.V. Ostroushko: bypassing the blocking of information on the internet should be prohibited, and in some cases is subject to the imposition of administrative or criminal liability.

We support the idea of the first group of authors. In most cases, blocking sites on the internet is not caused by anything other than blocking really dangerous resources. Therefore, the use of tools to circumvent these prohibitions, such as VPNs, proxies, browsers and various sites, is quite natural.

Hypothesis. If you stop blocking sites that pose no threat, you can save more than thirty percent of the allocated funds.

Methods: the article uses such methods as ascent from simple to complex, comparison method, deduction and induction, statistical method and graphical method.

Modern Internet resources are being blocked all over the world and, in some cases, unreasonably. This forces people to use various methods of circumvention. There are quite a lot of opportunities for this now: virtual private network, Proxy servers, TOR browser, various sites, etc. Consider the advantages and disadvantages of each of them.There are means to hide information about the user, his computer and IP address. They are called anonymizers. They provide privacy and allow you to access blocked resources in the country, access Internet forums and chats. With a blocked IP address, it allows you to access many Internet resources. Despite this, the anonymizer cannot ensure complete confidentiality, information about the user's computer is available to the target web server. There are anonymizer sites and client programs that can be commercial and private. When opening an Internet page through an anonymizer program, a request is sent to the host via an encoded connection over a virtual private network. All

personal data has been deleted from the request, and therefore, the information received by the provider is limited, it only sees that some data has been transmitted. Next, the anonymizer service receives a request from the provider, after decrypting which the program masks the data through a Proxy server, or by routing through NAT (Network Address Translation). Under the new IP address, the decrypted message is sent to the Internet resource anonymously. In practice, requests come from a large number of visitors. Therefore, the provider cannot find out which resources this or that person was on. Cookies and device information are hidden by the anonymizer, guaranteeing confidentiality.

VPN (Virtual Private Network) allows any user to enter a blocked resource by connecting via the IP of another country. It allows you to filter network traffic, securely transmit information, organize the firewall and ensure the quality of service. It is convenient and does not require any additional knowledge to use. On the other hand, the connection may be unstable and the Internet connection speed will be low, because the connection to the network occurs through an intermediary. There are different types of VPN:

• Intranet VPN - combines some divisions of the company into a common secure network, which exchange protected information through communication channels.

• Remote Access VPN - create an encrypted channel between various parts of the corporate network and the client, who, while at home, connects to the company's resources from a home PC or laptop.

• Extranet VPN - used to create client networks. They have special protection, because trust in ordinary users is much lower than in the employees of the organization. These networks restrict customers' access to confidential company information.

• Internet VPN - provide internet access for multiple users.

• Client/Server VPN - protects corporate nodes. The peculiarity of this type is that traffic is encoded, and not its separation.

Statistics on the use of VPN for privacy are shown in Figure 1.

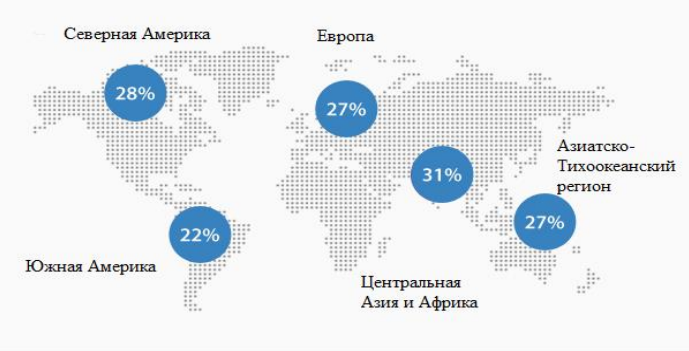


Figure 1. Using VPN for privacy

Note: compiled by the author.

There is an easier way, but it is less effective - it is using an intermediary site to connect. These electronic resources also use a VPS (Virtual Private Network) and Proxy servers to log in to a blocked resource. Proxy servers are used by VPN programs and websites to bypass blocking. This is an intermediate or intermediary server for working with the client. It allows you to receive responses to requests sent to the server. Proxies are often used to prevent network load and increase security. At the application level, it serves as a firewall. Proxy servers are divided into two types: transparent and reverse. First, the traffic is transferred to the proxy server hidden. The second one redirects client requests to servers from the external network, which in turn are located inside the network. The range of their application is quite wide: protection of LAN (Local Area Network) from unauthorized access, connection to the Internet, anonymization. They also allow you to cache, compress data, restrict access to the external network and bypass these restrictions.

There is a browser for interacting with Proxy servers - The Onion Router. It is an encrypted network of fictitious tunnels that transmits information in encoded form, which allows you to create a secure connection. The provider has the ability to see the use of the TOR web browser network, because its IP addresses are in direct access. The traffic coming from it is recognized using DPI (Deep packet inspection) and a web traffic analyzer. In some cases, this already becomes an additional threat to the user. To prevent this, the application developers have created ways to mask traffic. There are methods to

mask the use of a Tor browser using SSH (Secure Shell), VPN and chain Proxy. However, TOR is intended for advanced users because its use requires certain skills and knowledge.All these methods allow you to access blocked resources. A simple ban is very easy to circumvent, so such blocking is useless. By restricting access to malicious information, the provider blocks the entire site, not a single page. Because of this, the owners of prohibited resources usually change their IP addresses, thereby prolonging the existence of the site indefinitely.Now almost every computer or smartphone has VPN applications or extensions installed. Some browsers, such as Mozilla Firefox, have pre-installed virtual private network or tools for their application. This is due to the constant and often gratuitous blocking of Internet resources, because of this, users are forced to use methods to bypass the blocking. Blocking concerns: owners of sites and services, users, hosters and providers.

Blocking works according to a certain principle. The executive authorities or the court decide to ban any information, for some reasons of their own. Then they send the information to the service for supervision in the field of communications, which necessarily makes an entry in the register of prohibited sites. Then some internal procedures take place, as a result of which the service can decide to block and make the site into an "upload" — a technical file that is sent to providers. They perform a restriction on this file. After all the measures, an automatic, cyclical check of providers takes place.

Since 2017, a law banning anonymizers and VPNs has entered into force in Russia. In fact, the document obliges the owners of anonymizers and VPN services to block access to resources that have been blacklisted by Roskomnadzor. Otherwise, the violators will be blocked themselves. But in fact, the vCHS applications continued to provide access to sites banned in Russia, and no one was blocked. In April 2019, the failure to comply with the law drew attention. Internet resources were not blocked, not because of the absence of violations, but because the law did not provide federal budget funds for its implementation. Now the law has been revised and will be implemented again. This means that some CIS countries will do the same in the near future. Bypassing the lock and downloading programs, games, movies, music, users violate copyright and related rights laws. But just as often people bypass the blocking, not because of their depravity, but because of the senselessness of the ban. An ordinary user does not have access to dangerous Internet resources, such as black markets, and without additional blocking of VPN connections, etc. All this is due to the fact that not only a single state is engaged in blocking such sites. The frequency of VPN usage for regular and regular users is shown in Figure 2.

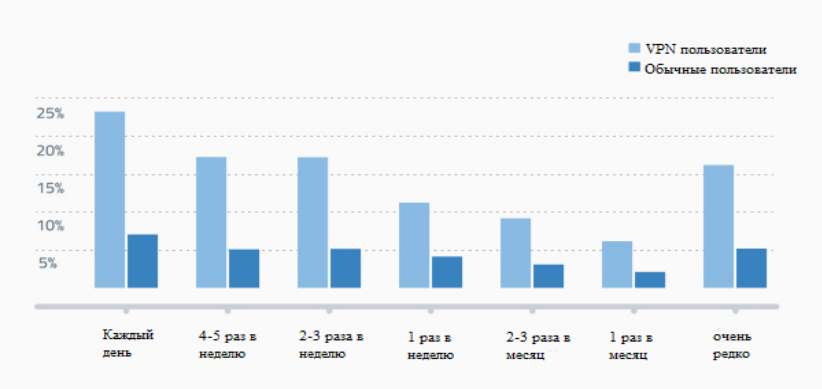


Figure 2. Frequency of VPN connection usage

Note: compiled by the author.

It takes years for owners of unreasonably blocked resources to prove a blocking error. It is much faster to change the domain and IP address, which will allow the web resource to exist for some time.

Directing time and money to combat truly dangerous resources will increase network security and save money and time resources.

Due to the lack of data, it is impossible to prove or disprove the hypothesis. In our opinion, the dynamics of website blocking in the CIS countries is rather negative than positive.

References

1. Channov S. Ogranichenie dostupa k otdel'nym vidam informacii v seti internet / S. Channov // Vlast' . - 2013. - №. 6. – S. 83-87.

2. Rosljakov A.V., Lysikov A.A. Primenenie teorii stohasticheskih setevyh ischislenij k analizu harakteristik VPN / A.V. Rosljakov // T-SOMM: Telekommunikacii i transport . - 2013. - №. 7. – S. 106-108.

UDC 004.75

POWER DISTRIBUTION ON COMMUNICATION CHANNELS

Shakasimov V., Melnikov M., Tinnikov A., Ismailova R.T.
(r.ismailova@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

This article discusses how to find a balance between communication quality and energy costs. The balancing solution is the optimal power distribution, which enables maximum performance and optimum communication quality. Without optimum power distribution, communication stability and low data rates are a problem.

Introduction. Modern communication networks require maximum efficiency and optimal use of resources. One of the key aspects in the design of communication networks is the allocation of power to communication channels.

The importance of channel power allocation is that it determines the efficiency and performance of the communication system. Generally, when the power per link is increased, the quality of communication improves, but the power consumption also increases. Consequently, a balance must be struck between the quality of the links and the energy expenditure in order to obtain the best possible results.

Load balancing is the distribution of load between the channels.

In the simplest case load balancing is performed in a round-robin fashion where each successive packet is sent to a new data channel. In order not to disturb the logic of client/server applications, traffic can be marked. As a result, a request to the same server will always go through the same channel (interface).

However, loop balancing has a significant disadvantage. If the data rate on one of the links drops, the algorithm still continues to send packets to it. And at the expense of one slow connection, the overall speed of the balanced channel is reduced.

A more complex balancing variant involves counting metrics such as using ICMP packets. Since we only measure the total time of sending and receiving a packet, this method is not completely objective because of the difference in speed between outgoing and incoming connections. However, it can be used to distribute traffic more efficiently, reducing the latency of data transmission over a slow link.

Balancing is useful for dealing with the distribution of multiple requests and multiple clients. As an example: setting up a Wi-Fi hotspot in public places. For simple Internet access, balancing is usually sufficient.

The main task of industrial routers with iRZ R4 series balancing is to provide fast wired Internet with redundancy via wireless channel. Models with two GSM-modules have hot standby and link aggregation functions to increase connection speed.

Let's take a look at the examples of link capacity allocation for different communication networks.

Wireless communication networks. Channel assignment plays an important role in wireless communication networks. For example, in Wi-Fi networks the signal transmission power on each channel must be optimized to minimize the mutual influence of the channels. Without optimum power distribution, communication stability and low data rates can be a problem.

Mobile communication networks. In mobile communication networks, optimum distribution of capacity on the communication channels allows for increased coverage and quality of communication. Mobile network operators must ensure even power distribution among base stations to provide quality communications to users.

Optical communication networks. In optical communication networks, the signal transmission power determines the transmission distance and the quality of the link. The power distribution on the

communication channels allows the achievement of the maximum signal transmission distance and the quality of the connection.

The channels are divided into analogue and digital, depending on whether FDM or TDM switching equipment is used for permanent subscriber switching. On analogue leased lines, the physical and channel protocols are not rigidly specified for the data equipment. The lack of a physical protocol means that the bandwidth of the analogue channels depends on the bandwidth of the modems used by the channel user. The modem itself sets the physical layer protocol it needs for the channel.

On digital leased lines, the physical layer protocol is fixed - it is specified in the G.703 standard.

The analogue signal can be distorted by interference, while the digital signal can either be clogged with interference at all or come in undistorted. The digital signal is either exactly there or completely absent (either zero or one).

2) The analogue signal is accessible to all devices operating on the same principle as the transmitter. The digital signal is securely coded and difficult to intercept unless it is intended for you.

In addition to purely analogue and purely digital stations, there are radios that support both analogue and digital modes. They are designed to switch from analogue to digital communications.

So with a fleet of analogue radios, you can gradually migrate to digital communications.

Link aggregation is a technology which allows combining several physical links into one logical link.

Link aggregation requires special software on both the server and client sides. The decision on the use of one or another channel and percentage load sharing between them is made after metrics calculation. Metrics are calculated on the server and client sides to determine the throughput of each specific outgoing and incoming connection at any given time.

The server requires a lot of processing power and a high-capacity internet channel that can handle a large number of connections. It is possible to use two channels simultaneously: the server receives requests from client equipment on one channel, sends them to the internet on the second channel, receives the answer and broadcasts it to the clients through the first channel again.

In general, aggregation is expensive: you have to pay for both server hardware and high-speed channels. However, there are a number of applications for which using a multirouter is an optimal solution.

Conclusion

Distribution of power on communication channels is one of key aspects in design of modern communication networks. Optimal power distribution helps to achieve maximum performance and optimum communication quality. Without optimum power distribution, the stability of the link and low data rates are problems. Communication network operators have to consider power distribution on communication channels in the design and operation of communication networks.

References

1.Babkov, V.Ju. Seti mobil'noj svjazi. Chastotno-territorial'noe planirovanie: Uchebnoe posobie / V.Ju. Babkov, M.A. Voznjuk, P.A. Mihajlov. - M.: GLT, 2013. - 222 c.

2. Gol'dshtejn, B.S. Seti svjazi. Uchebnik dlja vuzov / B.S. Gol'dshtejn. - SPb.: BHV, 2014. - 400 c.

УДК 004.72

ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ ТА ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ ОПТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

Зобків Н.В., Обельовська К.М. (nazarii.zobkiv.mknus.2022@lpnu.ua, kvitoslava.m.obelovska@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

У роботі проведено модифікацію алгоритму Гоморі-Ху для використання його в оптичних транспортних мережах. Результати досліджень показали, що заміна класичного алгоритму модифікованим може суттєво зменшити сумарну пропускну спроможність всіх каналів, при цьому передача заданих вхідних потоків буде забезпечена повністю.

Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційних технологій характеризуються інтенсивним зростанням потоків інформації та зростанням вимог до якості їх передачі. Нові технології різного призначення та їх подальша експлуатація вимагають значних витрат на сучасне телекомунікаційне обладнання та канальні ресурси.

При потребі збільшення швидкостей передачі та покращення якості обслуговування користувачі при передачі даних у великих обсягах активно почали використовувати оптичні транспортні мережі OTN (Optical Transport Network). Роль OTN у майбутніх поколіннях мереж подано, наприклад, у роботі [1].

На момент написання можна визначити наступні основні стандарти передачі даних в OTN: OTU1 – 2,666 Гбіт/с; OTU2 – 10,709 Гбіт/с; OTU3 – 43,018 Гбіт/с; OTU4 – 111,8 Гбіт/с. Сучасні OTN, що використовуються при організації інтернет-з'єднань, мобільного зв'язку, передачі відео та інших послуг, є надзвичайно складними системами, що вимагають застосування ефективних алгоритмів для керування ресурсами та оптимізації їх продуктивності. У цьому контексті актуальним інструментом для вирішення проблем, пов'язаних з оптимізацією OTN може бути алгоритм Гоморі-Ху, що дозволяє оптимізувати топологію мережі та пропускні здатності її каналів [2, 3]. Мережа оптимізована за даним алгоритмом дозволяє передати задані вхідні потоки, а для передачі максимального вхідного потоку буде використано мінімально можливу сумарну пропускну здатність мережі.

На рис. 1, в якості демонстраційного прикладу зображено граф, що представляє собою вхідні потоки, тобто потоки, які треба передавати між вузлами. Розмірності потоків на графі не показані, будемо вважати, що це Гбіт/с. Потоки не направлені, отже вимагають використання дуплексних каналів. На рис. 2 подано результат оптимізації за алгоритмом Гоморі-Ху. Максимальний вхідний потік 1000 Гбіт/с може бути переданий в мережі рис. 2, при цьому всі канали будуть повністю заняті. Тобто, наприклад, при оренді каналів будуть замовлені мінімально можливі ресурси, які гарантуватимуть передачу заданих вхідних потоків.

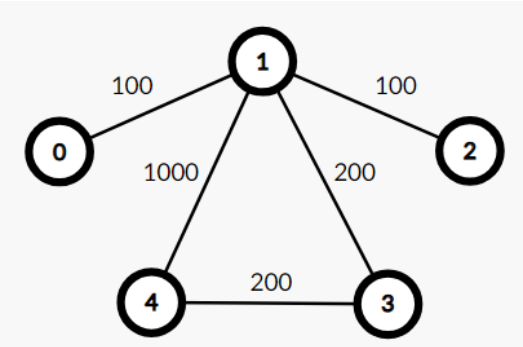


Рис. 1. Граф вхідних потоків

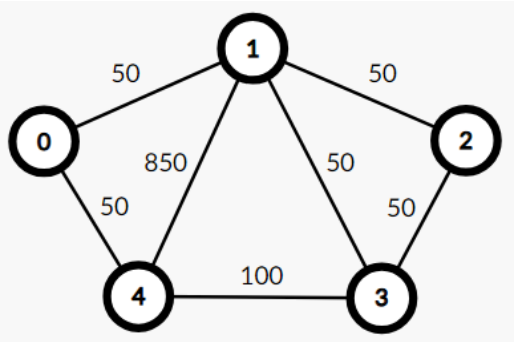


Рис. 2. Результат оптимізації за алгоритмом Гоморі-Ху

Для використання результатів оптимізації за алгоритмом Гоморі-Ху в мережах OTN приведемо пропускні спроможності каналів (рис. 2) до стандартів OTN. Використаємо канали

OTU4, в яких передача здійснюється на швидкості 111,8 Гбіт/с. Результат врахування параметрів каналів OTN показано на рис. 3.

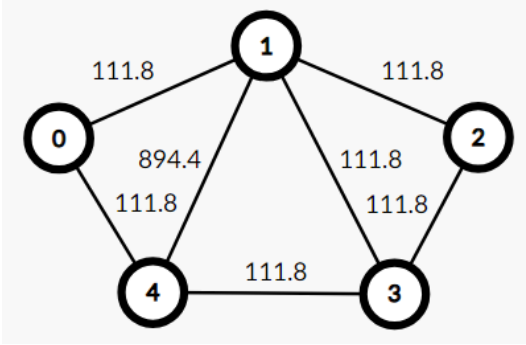


Рис. 3. Результат оптимізації за алгоритмом Гоморі-Ху з орієнтацією на OTN

Зауважимо, що сума пропускних спроможностей всіх каналів мережі рис. 3 дорівнює 1565,2 Гбіт/с. З метою зменшення цього значення нами адаптовано технологію оптимізації мереж за алгоритмом Гоморі-Ху до використання в OTN мережах. Запропоновані варіанти адаптації базуються на врахуванні технічних параметрів каналів мереж OTN в процесі виконання кроків алгоритму. Для розглянутого вище демонстраційного прикладу результатом такої адаптації є мережа показана на рис. 4.

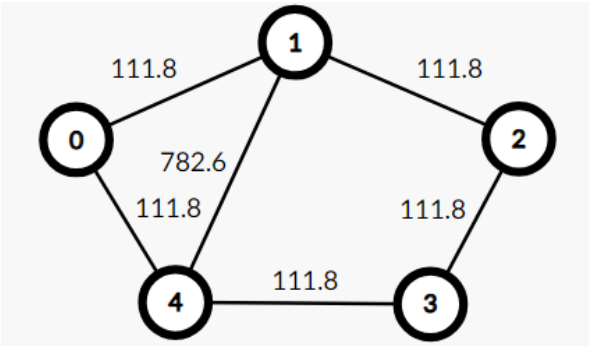


Рис. 4. Результат оптимізації за підходом адаптованим до OTN

Сума пропускних спроможностей всіх каналів при використанні адаптивного підходу становить 1341,6 Гбіт/с, що на 223,6 Гбіт/с менше ніж при використанні класичного алгоритму Гоморі-Ху. Зауважимо, що при адаптованому підході передача всіх заданих вхідних потоків забезпечується.

Базуючись на даних результатах можна стверджувати, що для певного набору вхідних потоків оптимізація з використанням адаптованого алгоритму може дати економію значних ресурсів мережі. Наприклад, за умови оренди каналів в розглянутому нами прикладі - на 16%. Це, в свою чергу, свідчить про доцільність проведення подальших досліджень, зокрема з впливу розмірності мережі, значень та розподілу вхідних потоків, швидкостей передачі на ефект отриманий в результаті оптимізації.

1. Manias, D.M.; Javadtalab, A.; Naoum-Sawaya, J.; Shami, A. The Role of Optical Transport Networks in 6G and Beyond: A Vision and Call to Action. J. Sens. Actuator Netw. 2023, 12, 43.
2. Cohen, J., Rodrigues, L.A., Duarte, E.P.: A parallel implementation of Gomory-Hu's cut tree algorithm. In: Proceedings IEEE 24th International Symposium onComputer Architecture and High Performance Computing, Columbia University,New York, pp. 124–131 (2012)
3. Auzinger, W., Obelovska, K., Stolyarchuk R.: A Modified Gomory-Hu Algorithm with DWDM-Oriented Technology. In: Lecture Notes in Computer Science, LNCS 11958: 'Large-Scale Scientific Computing', I.Lirkov, S.Margenov (Eds.), pp.547- 554, Springer (2020)

УДК 004.72; 004.738

ПРОБЛЕМАТИКА МАРШРУТИЗАЦІЇ ПАКЕТІВ У МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Снайчук Я.Л., Обельовська К.М.
(yaromyr.l.snaichuk@lpnu.ua, kvitoslava.m.obelovska@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

У роботі проаналізовано підходи до маршрутизації пакетів, що застосовуються в різних типах мереж передачі даних. Показано, що незалежно від типу мережі, в сучасних мережах існує потреба в вдосконаленні методів маршрутизації орієнтованих на забезпечення якості сервісу QoS (Quality of Services) та безпеки передачі даних. У великих мережах WAN (Wide Area Network), зважаючи на різноманіття застосувань, маршрутизація постає як багатокритеріальна задача.

Сучасний етап технологічного розвитку характеризується все ширшим застосуванням мереж різної складності для поєднання пристроїв різних типів та призначення. Cisco's Annual Internet Report передбачає, що до кінця 2023 року 66% населення землі та близько 29 мільярдів пристроїв будуть підключені до глобальної мережі інтернет. Їх успішне функціонування істотно залежить від ефективності маршрутизації пакетів у мережі. Маршрутизація впливає на швидкість та якість обміну даними, на надійність та безпеку даних в мережі.

В залежності від характеристик та вимог до мережі використовуються різні методи та алгоритми маршрутизації. Їх можна розділити за такими ознаками:

- за здатністю враховувати поточний стан мережі:
  - адаптивні;
  - неадаптивні;
- за наявністю спеціалізованих вузлів для підтримки роботи мережі:
  - централізовані;
  - децентралізовані;
- за способом побудови таблиць маршрутизації:
  - динамічні;
  - статичні.

Сучасні мережі працюють з різними типами застосунків, які визначають свої критерії для обробки та передачі інформації через мережу та формують вимоги до маршрутизації. У загальному до алгоритмів маршрутизації ставляться вимоги оптимальності, надійності, стабільності та розширюваності [1,2]. Це спонукає до створення нових та вдосконалення існуючих методів, які направлені на вирішення конкретних проблем у мережі, де вони використовуватимуться. Розглянемо основні проблеми, що виникають у мережах різних типів.

У децентралізованих Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) важливою вимогою є ефективний та надійний обмін пакетами між вузлами мережі з забезпеченням якості зв'язку для застосунків реального часу. Водночас VANET не мають особливих вимог до енергоефективності, оскільки більшість вузлів є автономними та підключені до джерела живлення. Наявність рухомих вузлів створює додаткову складність для побудови оптимальних та безпечних маршрутів. Прикладом вирішення цих проблем є робота [3], у якій запропоновано використовувати алгоритм маршрутизації з урахуванням QoS, орієнтований на використанні технології Ad-Hoc Demand Distance Vector (AODV). Він має на меті забезпечити вибір найкращого шляху для кожного потоку даних на основі превентивного сканування топології мережі. Важливою умовою для його ефективної роботи є щільне фізичне розташування вузлів у VANET, що дозволяє одному вузлу комунікувати з багатьма сусідами.

Подібні проблеми також виникають у Mobile Ad-Hoc Networks (MANET). Це децентралізовані мережі, що складаються з мобільних вузлів, які передають дані між собою. У MANET вимоги до зони покриття та надійності з'єднання нижчі, ніж у VANET, проте вони мають забезпечувати максимальну якість передачі інформації. Для цього у роботі [4] запропоновано вдосконалення Optimized Link State Routing (OLSR) протоколу, що включають ефективніший алгоритм вибору вузлів-ретрансляторів та покращений алгоритм кластеризації вузлів у мережі.

Вдосконалення OLSR протоколу є важливим кроком для підвищення якості обслуговування в MANET.

У Wireless Sensor Networks (WSN), де енергоефективність окремих вузлів є важливою характеристикою тривалості їх автономної роботи, підтримання безперервного зв'язку з іншими вузлами або превентивне сканування мережі розряджає вбудований акумулятор. Це, в свою чергу, є одною з основних причин відключення пристроїв від мережі. WSN мають невисокі вимоги до швидкості та обсягу передачі даних. Отже, для продовження часу роботи пристрою та урахування QoS в мережі необхідно використовувати енергоефективні методи маршрутизації. Наприклад, у роботі [5] пропонується новий метод з використанням Dynamic Source Routing (DSR) протоколу та технології Powerefficient Gathering Sensor Information System (PEGASIS) для підтримки списку активних і надійних вузлів.

Software Defined Networks (SDN) були створенні як альтернатива звичайним мережам, де кожен окремий маршрутизатор приймає рішення про переадресацію пакету на наступний вузол. Вони дозволяють відділити функцію пересилання пакетів від функції управління потоками даних, таким чином спрощують задачу керування мережею для інженерів, що займаються її підтримкою. Незважаючи на свої переваги, SDN також стикаються з проблемою ефективної маршрутизації трафіку. Одним з варіантів її вирішення є застосування машинного навчання при знаходженні оптимальних шляхів для різних типів даних [6].

Розглядаючи мобільні мережі, автори роботи [1] зосередили свою увагу на проблемі мобільності вузлів у мережі. Мобільні мережі використовують технологію перемикання клієнта між базовими станціями для підтримання його зв'язку з мережею. Окрім фізичного переміщення, клієнт може змінити маршрутизатор, до якого він під'єднаний, з метою балансування потоку даних, зменшення часу затримок та підвищення ефективності функціонування мережі.

В ході проведеного дослідження виявлено актуальні проблеми маршрутизації пакетів у різних типах мереж передачі даних, а саме ефективна робота у складних мережах, забезпечення QoS та підтримка безпеки при передачі потоків даних у мережі. Зважаючи на велику кількість різноманітних застосувань сучасних мереж, маршрутизація постає багатокритеріальною задачею, направленою на оптимізацію роботи мережі з урахуванням загальних вимог до маршрутизації та потреб конкретної сфери застосування.

Доповідь підготовлена за результатами виконання ДБ теми «Методи та засоби нейронечіткого управління групою мобільних робототехнічних платформ»

1. A. Alidadi, S. Arab, and T. Askari, "A novel optimized routing algorithm for QoS traffic engineering in SDN-based mobile networks," ICT Express, vol. 8, no. 1, pp. 130–134, 2022.

2. M. Greguš, O. Liskevych, K. Obelovska and R. Panchyshyn, "Packet Routing Based on Integral Normalized Criterion," 2019 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), Istanbul, Turkey, 2019, pp. 393-396, doi: 10.1109/FiCloud.2019.00064.

3. C. P. S. Cañar, J. J. T. Yépez, and H. M. R. López, "Performance of Reactive Routing Protocols DSR and AODV in Vehicular Ad-Hoc Networks Based on Quality of Service (Qos) Metrics," IJEAT, vol. 9, no. 4, pp. 2033–2039, 2020.

4. K. A. Yitayih and M. Libsie, "Towards Developing Enhanced Cluster-Based QoS-Aware Routing in MANET," Journal of Computer Networks and Communications, vol. 2020, pp. 1–10, 2020.

5. M. Ali, S. G. Fatima, S. K. Fatima, and S. and A. Sattar, "Energy Efficient Direction Based Routing Protocol for WSN", International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, pp. 105–123, 2019.

6. G. Kim, Y. Kim, and H. Lim, "Deep Reinforcement Learning-Based Routing on Software-Defined Networks," IEEE Access, vol. 10, pp. 18121–18133, 2022.

УДК 004.588

МОДЕЛЮВАННЯ ТКАНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ МАСОВОЇ ПРУЖИНИ

Чехместрук[1] Р. Ю., Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В.
(rc.ua@3dgeneration.com, *rom8591@gmail.com, sergknet1@gmail.com)*
[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2]Одеський національний технологічний університет (Україна)

Розглянуто особливості моделювання тканини з використанням системи масової пружини. Виявлено недоліки систем мас-пружин для симуляції тканин. Обґрунтовано, що метод доцільно використовувати, коли обчислювальна ефективність має вищий пріоритет порівняно з максимальним реалізмом

Моделювання тканини [1,2] широко використовується в різних галузях діяльності людини.

Системи мас-пружин є спрощеним методом для симуляції поведінки тканин в комп'ютерній графіці та фізичних анімаціях на основі фізики. У цьому підході тканини представлені як колекція взаємопов'язаних частинок (мас), які з'єднані пружинами(рис. 1).

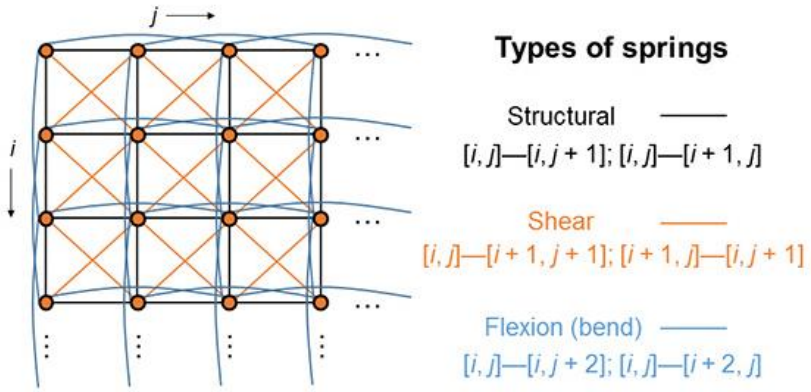


Рисунок 1 – Взаємозв’язки з сусідніми частинками тканини

Кожна частинка в системі відповідає точці на поверхні тканини, а пружини моделюють зв'язки між сусідніми частинками. Ці пружини діють на частинки на основі їхніх початкових довжин і властивостей жорсткості. Тканина розглядається як набір частинок, пов’язаних між собою трьома типами пружин.

Основна ідея за системами мас-пружин полягає в симуляції динаміки тканини за допомогою застосування другого закону Ньютона до кожної частинки. Розглядаючи сили, що виникають внаслідок деформації пружин і інших зовнішніх чинників, таких як гравітація або вітер, система може оновлювати позиції та швидкості частинок з плином часу.

Цей підхід є обчислювально ефективним і відносно простим для реалізації, що робить його підходящим для реального часу, таких як відеоігри чи віртуальні симуляції. Однак системи мас-пружин мають обмеження, коли розглядається точне відображення складних властивостей тканин, таких як анізотропне розтягування і згинання. Зазвичай вони використовуються для простих симуляцій тканин та служать основою для більш складних технік у галузі комп'ютерної графіки.

Загалом, системи мас-пружин для симуляції тканин використовують мережу частинок і пружин для наближеного відображення поведінки тканин. Хоча вони надають базовий та ефективний метод для анімації тканин, вони можуть не захопити повний спектр реалізму та складності, яка спостерігається в реальних тканинах. Для більш реалістичних симуляцій тканин дослідники та розробники часто вдаються до більш складних методів, таких як Методи обмежень скінченних елементів (FEM) чи Позиційно-заснована динаміка (PBD).

Системи мас-пружин для симуляції тканин мають кілька недоліків:

- Обмежена реалістичність: Системи мас-пружин є відносно простими і можуть не точно відтворювати повний спектр поведінки тканин, особливо анізотропного розтягування, згинання або складних взаємодій тканин. Вони найкраще підходять для простих симуляцій тканин.
- Проблеми з жорсткістю: Налаштування констант пружин та початкових довжин для досягнення реалістичних результатів може бути викликаною завданням. Пошук відповідних параметрів для балансування жорсткості і гнучкості може забрати багато часу.
- Артефакти дискретизації: Тканину представляють у вигляді окремих частинок, що може призводити до візуальних артефактів, особливо при симуляції дрібних деталей або за використання грубих сіток частинок.
- Відсутність самостовережень: Системи мас-пружин часто мають труднощі зі самостовреженнями, коли різні частини тканини перетинаються або накладаються одна на одну, що призводить до нереалістичної поведінки.
- Обмежена анізотропія: Відтворення анізотропних властивостей тканин (різні характери розтягування чи згинання в різних напрямках) точно важливим завданням за допомогою систем мас-пружин.
- Складні тканини: При симуляції тканин зі складними геометричними структурами чи багатошаровими матеріалами системи мас-пружин можуть не надавати задовільних результатів.
- Масштабування продуктивності: Обчислювальні витрати систем мас-пружин можуть значно зростати при спробах симулювати великі чи складні моделі тканин, що потенційно обмежує їх використання в додатках з високою продуктивністю.
- Проблеми стабільності: Досягнення числової стабільності в системах мас-пружин, особливо в динамічних та високо деформованих ситуаціях, може бути складним завданням, і неправильний вибір параметрів може призвести до нестабільних симуляцій.

Ці недоліки роблять системи мас-пружин більш підходящими для простих симуляцій тканин і додатків реального часу, де висока обчислювальна ефективність має вищий пріоритет над максимальним реалізмом. Для більш складних та реалістичних симуляцій тканин дослідники та розробники часто звертаються до більш вдосконалених методів, таких як методи обмежень скінченних елементів (FEM) або позиційно-заснована динаміка (PBD).

Список використаної літератури

[1] О. В. Єжова, *Конструювання одягу*. Курс лекцій. Кіровоград.,Україна, 2013..
[2] К. Л Пашкевич, *Дизайн одягу на засадах тектонічного підходу: методи, засоби, проектні практики.* Київ: КНУТД, 2023.

Розділ 7.

Штучний інтелект та автоматизація робототехнічних систем

THE USE OF EMOTIONS IN SPEECH TO CONTROL EXCEPTIONAL SITUATIONS IN ROBOTIC SYSTEMS

[1]Borozan O., [2]Ababii C., [1]Rosca N., [1]Lungu I.
(olesea.borozan@ia.utm.md, c.ababii@icg-engineering.com, neonil.rosca@calc.utm.md, iulian.lungu@calc.utm.md)
[1]Technical University of Moldova (Republic of Moldova)
[2]IAW Internationale Akademie (Germany)

Introduction

Robotic systems are of significant importance to a wide variety of fields and have a considerable impact on modern society. Among the most important fields, which today cannot exist without robotic systems, we can mention: industrial automation, automatic assembly and packaging, medicine, space exploration, aeronautical industry, autonomous transport and other. The advantages offered by these systems are undeniable and are manifested by: high precision, efficiency and speed, work in dangerous or harsh environments, collaborative activities, flexibility, remote monitoring and control, performance, innovation and technological development [1 - 3]. *At the same time, alongside the advantages offered by the implementation of robotic systems, there are also some disadvantages, which must be dismissed by completing them technically or technologically [4, 5]. More and more frequently, modern technological and production processes require the direct presence or involvement of humans, which can endanger the health and even the life of the operator. In such cases, one of the most significant disadvantages of implementing robotic systems can be considered the increase in the number of accidents and their severity.*

This paper presents the results of research conducted in the recognition and use of emotions in speech to control exceptional situations, generated by robotic systems, which can endanger the health or life of human (operator). The intervention on the functionality of the robotic system is achieved by switching into high safety mode or stopping it.

Solution of specified goals

Emotions play a significant role in speech because the way we speak can reflect and communicate your emotional state. Emotional state includes tone of voice, volume, rhythm, and other aspects of verbal communication. Emotions in speech can express the following states of man: happiness, sadness, anger, fear, surprise, contempt, fright, fear and other *[6, 7]. The identification of emotions in the speech process can serve as conditions for action or intervention in various exceptional situations (accidents, cataclysms, disasters* and other *[10]).*

Emotional speech analysis is a current and widespread field of research. In numerous scientific papers have been published important results in which the voice allows to identify the physical, mental and physiological state of human beings. Simultaneously, the research mentioned the apparent problems that require the involvement of additional technical and technological resources (models based on Artificial Intelligence and e-Learning) necessary to achieve the objectives required as a result of emotional analysis of speech [7, 8]. In the context of this paper, the emotional state of speech is used to command it with the robotic system to pass it into a state of high safety, or to stop it [9, 10].

Figure 1 shows an example of a robotic system involving robots and human beings interacting with each other in the process of activity [9], where: CS – control systems; VD – Voice Emotion Detection

Systems; Communication Bus – bus for data transfer between control systems and Voice Emotion Detection Systems; Sound – sounds generated by human beings (Operator); Operator – human beings interacting with the robotic system; Robotic arm – robotic system consisting of individual robotic arms; Object – object of joint action of the robotic system and human beings; Conveyor – system for moving objects.

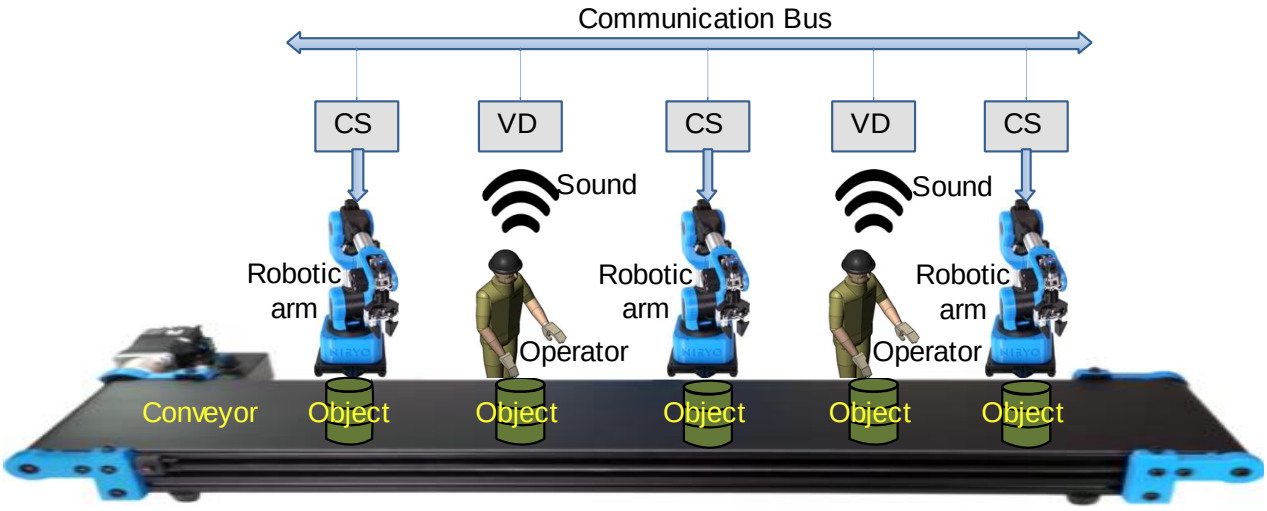


Figure 1. Robotic technological process with the involvement of the human operator.

The technological process provides for the simultaneous performance of operations by robotic systems and human beings. The actions of the robotic system are controlled by the CS control system. Sounds generated by human beings are perceived by Voice Emotion Detection Systems. Depending on the emotional state, exceptional situations are identified that lead to the transition of robotic systems into high safety or is turned off.

The basis of the functioning of the system for identifying exceptional situations is the recognition of emotions in speech based on Neural Networks. This solution allows the system to be flexible and adaptable to different industrial processes by assisting the learning process and subsequent data processing to make decisions *[10]*.

Either the signal is defined $u(t)$ characterizing the amplitude and shape of the perceived sound in the robotic, technological or production process space. The system for detecting emotions in speech is made on the basis of Neural Networks with the input vector $X(t)=\left[x_i(t), i=\overline{1,N}\right]^T$ and output vector $Y(t)=\left[y_j(t), j=\overline{1,M}\right]^T$, or rather, the decision vector for robotic system control systems [9, 10]. Matrix $W=\left[w_{i,j}, i=\overline{1,N}, j=\overline{1,M}\right]$ shows the multiplication coefficients, where: $Y(t)=WX(t)$.

Input vector values $X(t)$ of Neural Networks are calculated from the input sound signal $u(t)$ based on expressions:

$$x_1(t)=u(t); x_2(t)=\frac{du(t)}{dt}; x_3(t)=\frac{d^{(2)}u(t)}{dt^{(2)}}; ...; x_N(t)=\frac{d^{(N-1)}u(t)}{dt^{(N-1)}}.$$

Respectively, the values of the output vector (decision vector) $Y(t)$ are calculated based on expressions:

$$\begin{cases} y_1 = w_{1,1}u(t) + w_{1,2}\dfrac{du(t)}{dt} + w_{1,3}\dfrac{d^{(2)}u(t)}{dt^{(2)}} + ... + w_{1,N}\dfrac{d^{(N-1)}u(t)}{dt^{(N-1)}}; \\ y_2 = w_{2,1}u(t) + w_{2,2}\dfrac{du(t)}{dt} + w_{2,3}\dfrac{d^{(2)}u(t)}{dt^{(2)}} + ... + w_{2,N}\dfrac{d^{(N-1)}u(t)}{dt^{(N-1)}}; \\ ... \\ y_M = w_{M,1}u(t) + w_{M,2}\dfrac{du(t)}{dt} + w_{M,3}\dfrac{d^{(2)}u(t)}{dt^{(2)}} + ... + w_{M,N}\dfrac{d^{(N-1)}u(t)}{dt^{(N-1)}}. \end{cases}$$

The learning process of Neural Networks takes place by applying to their input a set of test sounds $U(t) = \{u_s(t), s = 1,2,3,...\}$, determining exceptional situations and calculation of matrix multiplication coefficients $\left[w_{i,j}, i = \overline{1,N}, j = \overline{1,M} \right]$, to satisfy the condition: $WX(t) - Y(t) \approx 0$.

References

[1] Isac Karabegovic, Lejla Banjanovic-Mehmedovic. ”Industrial Robots: Design, Application ad Technology,” Nova Science Publisher, New York, 2020, ISBN: 978-1-53617-780-0, 437p.

[2] Qianqian Guo, Zhifang Su. ”The Application of Industrial Robot and the High-Quality Development of Manufacturing Industry: From a Sustainability Perspective,” Sustainability 2023, 15, 12621. https://doi.org/10.3390/su151612621.

[3] Bo Chen, Dong Tan. ”Industrial Robots and the Employment Quality of Migrant Workers in the Manufacturing Industry,” Sustainability 2023, 15, 7998. https://doi.org/10.3390/su15107998,

[4] Eliahu Khalastchi and Meir Kalech. ”On Fault Detection and Diagnosis in Robotic Systems,” ACM Comput. Surv. 51, 1, Article 9 (January 2018), 24 pages. https://doi.org/10.1145/3146389

[5] Hudzari R.M., Norhayati Ngah and N.S. Ghani. ” Mechatronic Application and education in farm mechanization programme,” International journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 3 (10), ©2012, pp. 404-413, ISSN: 2051-1914.

[6] Kah Liang Ong, Chin Poo Lee, Heng Siong Lim, Kian Ming Lim. ”Speech emotion recognition with light gradient boosting decision trees machine,” International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 13, No. 4, August 2023, pp. 4020-4028, ISSN: 2088-8708, DOI: 10.11591/ijece.v13i4.

[7] Saumard, M. Enhancing. ”Speech Emotions Recognition Using Multivariate Functional Data Analysis,” Big Data Cogn. Comput. 2023, 7, 146. https://doi.org/10.3390/bdcc7030146.

[8] Jonathan Christian Setyono, Amalia Zahra. ”Data augmentation and enhancement for multimodal speech emotion recognition,” Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, Vol. 12, No. 5, October 2023, pp. 3008-3015, ISSN: 2302-9285, DOI: 10.11591/eei.v12i5.5031.

[9] Victor Ababii, Viorica Sudacevschi, Olesea Borozan, Valeriu Fratavchan. ”Decision making system based on voice-emotional commands,” International Scientific and Practical Internet Conference on ”Informatics and Computer Technics Problems”, PICT-2022, 10-13 November, 2022, Chernivtsi, Ukraine , pp. 69-74.

[10] Olesea Borozan, Ana Turcan, Constantin Ababii, Victor Lasco, Vadim Struna. ”Speech Processing System for Emergency Management,” Proceedings of the International Scientific Conference on Mathematics & IT: Research and Education, MITRE-2023, 26-29 June, Chișinău, Republic of Moldova, pp. 75, ISBN: 978-9975-62-535-7.

UDC 004.8

ADAPTIVE ACTIVATION FUNCTIONS BASED ON NEURAL SUBNETWORKS

Dekanenko K.V. (dekanenko2020ks14@student.karazin.ua),
V. N. Karazin Kharkiv National University

This work is aimed to make artificial neurons better in their decision making, it is proposed to make them more complicated so as to increase the performance of a model overall. In order to achieve that, two architectures were designed, both based on usage of neural subnetworks instead of activation functions. Proposed models have achieved a great performance in almost all tested cases, especially they were effective in cases of data shortage (up to 10% of gain in performance, in comparison to classical counterparts). Moreover, both architectures have embedded noise which can be controlled by the inner architecture of a subnetwork. Lastly, due to the presence of a skip connection mechanism for subnetworks, proposed architectures are more resilient against vanishing gradient problems.

Problem statement. There are countless variety of activation functions, yet they have their own problems. It might be complicated for one to choose the best function for a particular task [1]. Also, the fact that artificial neurons are much inferior when compared to real one is concerning [2].

Solved tasks. In order to address the mentioned problems, two architectures are proposed in this paper. Apart from the design description, the research was conducted, where they were compared to their classical counterparts (static activation functions and adaptive activation functions) in 7 different cases. Lastly, the proposed architectures are checked for noise and vanishing gradient problem.

Classical activation functions such as Sigmoid or ReLU [3] are static, meaning that they cannot adapt themselves for the specific data given. From the other hand, the class of adaptive functions, like Swish can do that, but its flexibility isn't impressive [4]. The idea of using neural subnetworks instead of activation functions gives much better adaptation for a given dataset, because it has more freedom in its formation.

There are two proposed ways of using the neural subnetworks instead of activation functions: neural subnetwork for each neuron and neural subnetwork for each layer (such network is based on 1D convolutions).

Neural subnetwork for each neuron. The idea behind this architecture is rather simple, each neuron is given its own neural subnetwork which is used instead of activation function. In principle, such approach might allow each neuron to better express itself. The detailed design is depicted in figure 1.

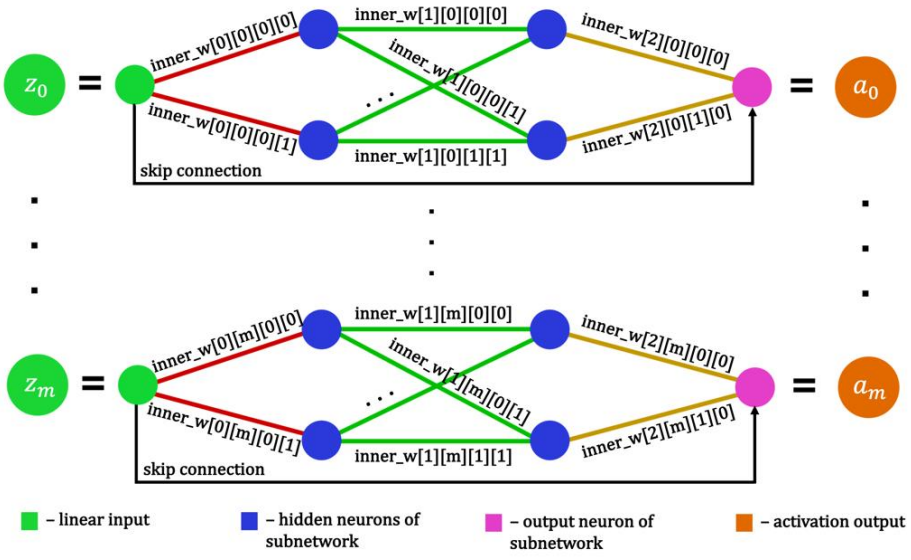


Figure 1 – The architecture of a neural network which uses the neural subnetwork for each neuron instead of activation function

The realization of such approach, however, could be tricky. The 4-dimensional tensor was used in order to store all the weights of all neural subnetworks within one outer layer. First dimension corresponds to the inner layer, second one tells us about the exact neuron and the last two simply describe the weight matrix itself. Such approach allows to compute everything in matrix forms; since 1-st dimension describes the inner layer, we can compute everything (layer-by-layer) in one go, using this tensor. That is really important, because such calculations can be done in parallel, which drastically increases the speed. Lastly, it worth mentioning that inside these subnetworks the simple activation functions can be used, typically there is a separate activation function for hidden layers and another one for output layer.

Since each neuron possesses its own subnetwork, the drawback of this approach is the number of parameters that have to be stored, trained and used. One of the ways of decreasing the number of parameters is using the only one subnetwork for the entire layer, which leads to the second architecture.

Neural subnetwork for each layer. In that case each layer has its own neural subnetwork which is used by all neurons instead of activation function within this layer. Such approach was suggested in [5]; so as not to be repetitive, the architecture of this subnetwork is changed.

The core idea is to use 1-dimensional convolutions, since we use only one subnetwork for each layer, they can be bigger, having more filters. Another concept idea is using so-called split, when we can have two or even more representations of the linear input. Basically, it means to apply two or more different weight matrixes (that have the same dimensions) and obtain the appropriate linear inputs. This justifies the idea of 1D convolutions, since the same filters will be used for analyzing different linear inputs. The detailed design of this approach is depicted in figure 2.

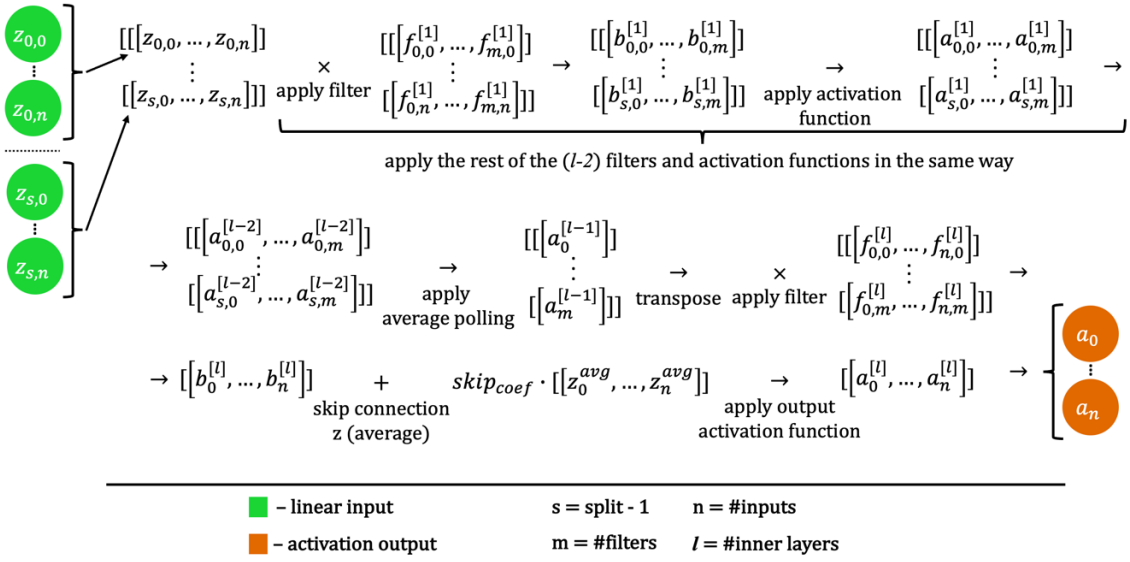


Figure 2 – The architecture of a neural network which uses the neural subnetwork for each layer instead of activation function

Interestingly, even though the proposed architecture uses a smaller number of parameters, usually it runs slowly than the former one. The reason for this is convolutions and the way they work.

Research. The proposed architectures were compared with their classical counterparts in 7 different cases. As for counterparts, two activation function were used: ReLU as a best-known representation of static functions and Swish as a popular choice for adaptive functions [4]. With regards to cases, first one is simple binary classification, followed by a more complicated one, where the data from sonar with 60 parameters is sent to a model. Then there are 2 multiclass classifications: MNIST and CIFAR-10 (as for the last one two approaches were applied: simple network architecture and pretrained convolutions, where the last two FCL are trained only). Lastly, there are two more regression tasks, one is relatively simple and the second one classifies the car cost. All results are shown in table 1.

Table 1 – The results of research.

Tasks	Static function	Adaptive function	Adaptive NN	Adaptive Conv NN
Simple binary classification	0,9748	0,9720	0,9879	**0,9900**
Binary classification	0,7957	0,7914	0,8808	**0,8936**
MNIST	0,9767	**0,9780**	0,9738	0,9747
CIFAR-10	0,5006	0,4961	**0,5189**	0,5047
CIFAR-10 (pretrained)	0,7832	0,7857	**0,7881**	0,7739
Simple regression	0,1698	0,1013	0,0679	**0,0677**
Car cost regression	1,5333	1,5342	1,1932	**1,1502**

Proposed architectures have demonstrated the best performance for all cases, expect for MNIST having slightly less accuracy. Interestingly, both architectures have significantly outperformed classical models in binary classification and all regression tasks. These tasks were accompanied by small datasets. It wasn't enough of data to learn a perfect generalization, yet the proposed architectures have demonstrated much better results. From the other hand, the performance for MNIST and CIFAR-10 (both cases) datasets was roughly the same. These datasets have a huge number of samples.

As for noise and vanishing gradients, detailed results can be found here [6]. In short, both architectures indeed have embedded noise and the source of it are subnetworks. The larger they are, the noisier the model will be during the training. Such results are obvious, because apart from the weights changing the subnetworks are also changed, which result in even bigger overall change. The resilience against the vanishing gradients problem is possible due to the embedded skip connection mechanism. The bigger skip connection coefficient is, the better resilience will be.

Conclusions. Proposed architectures have demonstrated a great performance for all tested cases, especially they are effective in cases of data shortage (up to 10% of gain in performance in comparison to classical counterparts). Moreover, these architectures have embedded noise which can be controlled and that allows to overcome local optima. Lastly, due to the presence of skip connection, both approaches are more resistant to vanishing gradient problem. At the same time both architectures have its own pros and cons. Adaptive NN uses more parameters than Adaptive Conv NN, yet it still operates faster, because it does not have convolutions. Thus, two architectures can be used in different circumstances. It is recommended to use them in tasks which do not have enough of data, since, as it was shown, such networks can squeeze more useful information from that.

List of used literature

[1] Ameya D. Jagtap, George Em Karniadakis, Adaptive activation functions accelerate convergence in deep and physics-informed neural networks, Journal of Computational Physics Volume 404, 1 March 2020, 109136.

[2] Idan Segev, Michael London, Single Cortical Neurons as Deep Artificial Neural Networks, SSRN Electronic Journal, January 2020.

[3] Siddharth Sharma, Simone Sharma, Anidhya Athaiya, ACTIVATION FUNCTIONS IN NEURAL NETWORKS, International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 2020 Vol. 4, Issue 12, ISSN No. 2455-2143, Pages 310-316.

[4] Shiv Ram Dubey, Satish Kumar Singh, Bidyut Baran Chaudhuri, Activation Functions in Deep Learning: A Comprehensive Survey and Benchmark, Neurocomputing, Volume 503, 7 September 2022, Pages 92-108.

[5] A. Apicella, F. Isgro`, R. Prevete, A simple and efficient architecture for trainable activation functions, Neurocomputing 370 (2019) 1–15.

[6] Google folder with all research materials (pictures and tables) URL: https://drive.google.com/drive/folders/1qJ2GzhXnb8yEyU0gUVjxw28aHFR4Nwk2?usp=sharing

REVIEW OF MARKET BASKET ANALYSIS METHODS AND BASKET PRE-DICTION TECHNIQUES

Korniiets R.S. (Rostyslav.Korniets@gmail.com)
Lviv Polytechnic National University (Ukraine)

This research addresses the need for effective techniques to analyze consumer behavior and make predictions about future purchases based on past transaction data. Specifically, the research focuses on Market Basket Analysis and Basket Prediction techniques and aims to explore their foundational concepts, significance, performance and applicability.

Formulation of the problem. In today's rapidly changing business landscape, understanding consumer behavior and enhancing retail strategies is crucial for companies seeking a competitive edge. Market Basket Analysis (MBA) and Basket Prediction are essential tools for extracting insights from customer transactions and driving customer-centric approaches. MBA technics go much further beyond identifying popular products; it's also used for disease prediction, water source analysis, mushrooms, social marketing, and credit risk assessment.

List of resolved issues: to find the most significant MBA technics; to review novel machine learning methods for basket prediction; to explore their applicability to real world problems; to compare their performance; to implement basket prediction model with common machine learning technics.

The essence of research. Market basket prediction and market basket analysis are strongly connected to each other.

There are some basic concepts in MBA. Let:

- I - the set of all possible items (items that can be purchased in a store).
- D - the set of transactions or purchases, where each transaction d∈D is a subset of I and contains items that were purchased in that transaction.
- T - the total number of transactions in the dataset.

The goal of "market basket prediction" is to predict which items are likely to be purchased together in future transactions based on historical data. Before AI era, it was reached with mining association rules - find all associations of items in set I that reflect relationships between items in transactions. Each association is represented in the form of a rule A→B, where A and B are subsets of I, and A precedes B in transactions.

The support metric for the association A→B is calculated (1) as the frequency of occurrence of A∪B in transactions over the entire dataset:

$$\boldsymbol{Support(A \rightarrow B) = \frac{number\ of\ transactions\ where\ A \cup B\ occurs}{t}} \quad \textbf{(1)}$$

The confidence metric measures how often items A and B are purchased together compared to other purchases of item A in the equation (2):

$$\boldsymbol{Confidence(A \rightarrow B) = \frac{Support(A \rightarrow B)}{Support(A)}} \quad \textbf{(2)}$$

For ML methods, we should fit the model with features related to customer behavior X and the target variable Y, which is typically binary (1 for an item purchased, 0 for an item not purchased).

The mathematical formula can be represented for it as (3):

$$\boldsymbol{Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \epsilon,} \quad \textbf{(3)}$$

where:

- X1, X2, …, Xn are the features associated with the transaction.
- β0, β1, β2, …, βn are the coefficients to be estimated.
- ϵ is the error term.

Conclusion. MBA techniques find widespread use in analyzing customer transactions across various markets, as well as in fields like medicine. Methods like Apriori, introduced over 20 years ago, remain relevant for dataset analysis. For larger datasets, alternatives like FP-Growth and Eclat are preferred due to Apriori's slow performance.

MBA methodology also incorporates machine learning. Algorithmic approaches have inspired ML models, with researchers frequently using them for comparisons and benchmarking even today. In my

experiments, I applied well-known ML techniques such as linear regression, logistic regression, and random forest classifiers to non-clustered data, comparing their precision with other solutions. Clustering becomes crucial when predicting for customers with purchase histories, while non-clustered predictions suffice for new clients.

In essence, MBA techniques offer versatile applicability across diverse domains, with program solutions highly customizable to meet various metrics and requirements.

References

[1] Rao, A.B., Kiran, J.S. & G, P., "Application of market–basket analysis on healthcare.," Int J Syst Assur Eng Manag, 2021.

[2] Tiyasha, Tiyasha & Bhagat, Suraj & Fituma, Firaol & Tran, Tung & Shahid, Shamsuddin & Yaseen, Zaher, "Dual Water Choices: The Assessment of the Influential Factors on Water Sources Choices Using Unsupervised Machine Learning Market Basket Analysis.," 2021.

[3] Duy, Huynh & Vinh, Bui & Hung, Phan., "An Improved Apriori Algorithm for Interestingness of Association Rules: A Case Study on the Mushroom Dataset.," 2023.

[4] Pekdemir, Recep & Süer, Ayça & Ercan, Melis & Önder, Emrah, "Analyzing and Understanding Social Marketing Activities of Turkish Banking Corporations: Comparisons and Association Rule Learning," Journal of Accounting and Finance, 2023.

[5] Chai, Nana & Shi, Baofeng, "Evaluating farmers' credit risk: A decision combination approach based on credit feature," International Journal of Financial Engineering, p. 9.

УДК 004.82

OntoChatGPT: AN ADVANCED INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM FOR KNOWLEDGE GENERATION

Kyrylo S. Malakhov (malakhovks@nas.gov.ua)
Microprocessor Technology Lab, Glushkov Institute of Cybernetics
of the National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine)

В тезах розглядається програмна реалізація провести їх класифікацію та встановити відносини семантичної схожості між ними.

In today's evolving landscape of scientific research, there's an increasing demand for a transdisciplinary approach coupled with profound intellectualization. This can be effectively realized through integrated knowledge systems, exemplified by the Research and Development Workstation Environment (RDWE) class systems. The emphasis on supporting methodological processes and the convergence of knowledge has become pivotal in shaping the design and evolution of information systems tailored for scientific research.

A thorough examination of contemporary trends and benchmarks within the scientific community underscores the importance of advanced Intelligent Information Systems. Notably, systems like OntoChatGPT[1]—an exemplar RDWE system—not only incorporate cutting-edge technological solutions but also holistically support scientific research throughout its entire lifecycle.

Such systems are meticulously crafted to meet the principal challenges of establishing a versatile, efficient, and intelligent research ecosystem. This ecosystem is conducive to the seamless integration, synthesis, and harmonization of transdisciplinary knowledge and methodologies.

Interactive automation is integral to RDWE systems, and platforms like OntoChatGPT significantly enhance the efficiency of scientific research. Developed using groundbreaking technologies such as GPT-3, GPT-3.5, and GPT-4 from OpenAI, OntoChatGPT excels in natural language processing and understanding.

This advanced RDWE system not only pioneers innovative avenues for intuitive human-machine dialogues but also stands as a cornerstone within RDWE frameworks, fostering the genesis of state-of-the-art information systems in scientific research domains. OntoChatGPT allows users to articulate their thoughts in natural language, thereby streamlining interface interactions and diminishing the steepness of

the learning curve. With capabilities encompassing deductive reasoning and logical inference, OntoChatGPT emerges as an indispensable asset for knowledge augmentation and organization.

When applied, OntoChatGPT can be seamlessly integrated into diverse software infrastructures, addressing niche challenges. For instance, in rehabilitation domains, it amplifies the efficacy and adaptability of methodologies through structured conversational cues.

OntoChatGPT's rising prominence in the sphere of research and development stems from its ability to intertwine an ontological approach, enhancing structured interactions with ChatGPT. This fusion arguably bolsters accuracy and efficiency in natural language tasks, refining comprehension and inference rooted in diversified knowledge sources. Merging ontology with ChatGPT not only equips OntoChatGPT to adeptly structure and scrutinize data but also instills a versatility catering to a spectrum of user objectives. Such adaptability fosters the system's learning trajectory and iterative betterment, paving the way for persistent knowledge growth and refinement.

The primary objective of this study revolves around a meticulous evaluation of OntoChatGPT within RDWE contexts, affirming its aptitude and potency in spawning novel knowledge and crafting cutting-edge solutions in research and development.

The foundational architecture of the OntoChatGPT information system is constructed upon an information model characterized by a three-tuple composite service. This architectural choice not only underpins OntoChatGPT's capabilities but also facilitates the amalgamation of a myriad of services into the system.

Mathematically, the OntoChatGPT information system can be depicted as a three-tuple composite service:

$$CS_{OntoChatGPT} = \langle D_{evkit}, F_{unc}, E_{nv} \rangle \quad (1)$$

where:

D_{evkit} – is a comprehensive set of web services and application software available for developers which and enables the development of various applications and services within the system – OntoChatGPT development kit.

F_{unc} – is a set of functions that encompass the functional aspects of OntoChatGPT’s information technology. Each function corresponds to a specific knowledge management pipeline or process, which arises from the integration and interaction of the elements within the D_{evkit}.

E_{nv} – is a set of elements that come together as layers forming the *Knowledge Integrated Development Environment* (K-IDE). Each element within this set contributes to the overall functionality and capabilities of the K-IDE.

The OntoChatGPT information system's enhanced capabilities can be described through the subsequent set of functions:

$$F = \{C_1, C_2, C_3, C_4\} \quad (2)$$

C_1 – semi-automatic import of knowledge from a dataset and capturing it as RDF triples snapshot in RDF triplestore.

C_2 – semi-automatic and fully automatic generation of an OWL ontology from natural language text.

C_3 – ontology-driven dialogue function that integrates ChatGPT and the structured prompts.

C_4 – structured prompts for ChatGPT meta-learning function.

To visually elucidate the OntoChatGPT system's overarching framework, we introduce the context/container C4 model diagram, as detailed [1] and illustrated in Figure 1. This diagram provides an all-encompassing snapshot of the system's architectural layout, highlighting the synergy amongst its diverse components and their interconnectedness. It acts as a pivotal visual supplement, aiding in the comprehension of OntoChatGPT's intrinsic structure and operational mechanism.

A salient facet of the OntoChatGPT system lies in its adaptability concerning structured prompts for ChatGPT. Eschewing conventional static prompts, OntoChatGPT employs prompts that are contextually and dynamically forged, drawing upon directives encapsulated within a meta-ontology. This overarching meta-ontology delineates fields earmarked for integration into JSON (or XML) constructs and associated cue phrases for insertion. Each directive or structured prompt tailored for ChatGPT encompasses a

distinct compilation of fields with preset values amenable for inclusion. Complementing this, the prompt also encases a templated layout for responses, ensuring uniformity and streamlining the ensuing analytical processes.

The workings of the OntoChatGPT system can best be visualized using a framework reminiscent of a Petri Net—more precisely, as an adapted version of the System Net Marking Graph, as delineated in [2]. This methodical representation offers a structured lens to view the system's mechanics, encapsulating the dynamic interchanges and flow among its constituent components. Comprehensive diagrams detailing the intricacies of the OntoChatGPT system can be found in [1].

We have constructed a prototype embodying the primary components as proposed for the system. Given the intricate and nuanced structure of the meta-ontology, it remains beyond the scope of this document to encompass it in entirety. Nevertheless, for those interested in a deep dive, the meta-ontology, accompanied by supplementary materials, is accessible in the associated public GitHub repository [3] linked with this research.

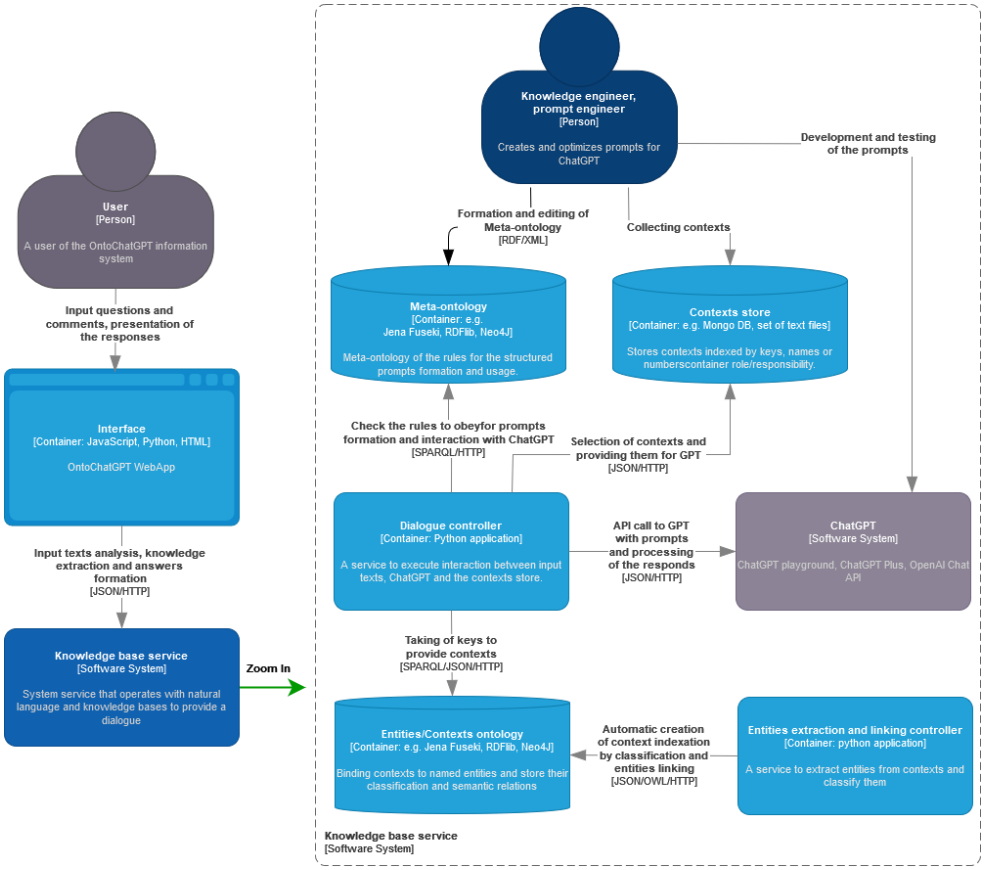


Figure 1. C4 model diagram of OntoChatGPT system.

From this research, a potent and comprehensive triad emerges, crystallizing three cardinal components:

1. Methodological underpinnings dedicated to employing ontology-driven structured prompts within ChatGPT's meta-learning paradigm.
2. Pioneering advancements in information technology.
3. The integrated service, christened as the OntoChatGPT system.

Harnessing the power of ontologies and methodically structured prompts, the OntoChatGPT system has showcased its capability to augment both the performance and the foundational knowledge reservoir of ChatGPT across distinct disciplines and languages. Our formalization delves into a method comprising meta-learning to devise and refine structured prompts, the architecting of context ontology, and a series of operations encompassing intent detection, named entity recognition, context selection, and the synthesis of a conclusive answer prompt anchored on the information and deductions to be encapsulated within these contexts. This method's hallmark lies in its prowess to furnish ChatGPT with precise information via handpicked contexts, amplifying its domain-specific knowledge and optimizing its efficacy across diverse linguistic data.

Acknowledgement

This study would not have been possible without the financial support of the National Research Foundation of Ukraine (Open Funder Registry: 10.13039/100018227). Our work was funded by Grant contract: Development of the cloud-based platform for patient-centered telerehabilitation of oncology patients with mathematical-related modeling, application ID: 2021.01/0136.

References

[1] O. Palagin, V. Kaverinskiy, A. Litvin, and K. Malakhov, "OntoChatGPT Information System: Ontology-Driven Structured Prompts for ChatGPT Meta-Learning," *IJC*, vol. 22, no. 2, pp. 170–183, Jul. 2023, doi: 10.47839/ijc.22.2.3086.

[2] W. Reisig, *Understanding Petri Nets*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-33278-4.

[3] K. S. Malakhov, "knowledge-ukraine/OntoChatGPT: Data for 'OntoChatGPT Information System: Ontology-Driven Structured Prompts For ChatGPT Meta-Learning' paper." Jun. 01, 2023. Accessed: Jun. 01, 2023. [Online]. Available: https://github.com/knowledge-ukraine/OntoChatGPT

УДК 004

АНАЛІЗ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ЗАВДАНЬ СЕГМЕНТАЦІЇ

Байраченко О.В., Рудніченко М. Д. (nickolay.rud@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати аналізу призначення та можливостей кластерного аналізу даних для завдань сегментації клієнтів фінансових організацій.

Вступ. Сучасні підходи до інтелектуального аналізу даних (ІАД – інтелектуальний аналіз даних) націлені насамперед поетапне виявлення і визначення закономірностей з наявних баз фактів, що у них у нечітко вираженому вигляді. ІАД на практиці включає ряд наукових напрямів, таких як Data Mining (видобуток даних) і Knowledge discovery (виявлення знань).

Актуальним напрямом ІАД є машинне навчання (МН). Зокрема, алгоритми МН без вчителя включають моделювання ознак набору даних без будь-яких міток за принципом виявлення залежностей автоматично [1].

Такі моделі включають основні завдання: кластеризації (clustering) та зниження розмірності (dimensionality reduction). Алгоритми кластеризації служать виділення окремих груп даних, тоді як алгоритми зниження розмірності призначені пошуку найстисліших уявлень даних.

У процесі розв'язання задачі МН з зазначених типів фахівця з підбору вхідних даних необхідно подати їх у зрозумілому для системи та моделі форматі [2].

Як правило, формою представлення даних є двомірна таблиця. При цьому кожна точка даних, що підлягає дослідженню, є рядком такої таблиці, а кожна окрема властивість, що описує дану точку, представляється стовпцем.

Кластерний аналіз (КА) є інтелектуальною задачею розбиття зазначеної вибірки об'єктів на відповідні підмножини, які прийнято називати кластерами, таким чином, щоб кожен окремий кластер включав до свого складу схожі об'єкти, а об'єкти, що належать відмінним кластерам, відрізнялися за ознаками.

Завдання кластеризації є частиною статистичної обробки, зокрема може бути завдання навчання без вчителя.

Універсальність використання КА призвела до виникнення великої кількості несумісних або погано поєднуються між собою термінів, підходів та методів, які суттєво ускладнюють однозначне застосування та несуперечність інтерпретації результатів.

КА дозволяє забезпечити виконання наступних завдань [3]:

– дослідження набору концептуальних схем об'єднання об'єктів;

– породження гіпотез на базі проведення дослідження опрацьованих даних;

– перевірка аналітичних гіпотез, дослідження результатів аналізу для визначення наявності виділених ознак або схожості у наявних даних.

Незалежно від сфери використання реалізація КА передбачає проведення таких етапів [4]:

– відбір вибірки щодо кластеризації даних;

– визначення потрібного набору змінних, за якими проводитиметься оцінка об'єктів у вибірці даних;

– обчислення значень ступеня подібності між аналізованими об'єктами;

– застосування конкретного методу КА на формування груп подібних об'єктів;

– перевірка якості одержаних результатів.

За допомогою кластеризації можна виділити сегменти із групами "схожих" об'єктів. Даний алгоритм дає можливість виділити характерні ознаки та персональні переваги клієнтів, оцінити найбільш і найменш прибуткові чи активні сегменти. Це дозволяє вирішити завдання розробки маркетингових акцій, вкладених у певні сегменти клієнтів, підвищує ефективність роботи з ними.

Основними метриками, що використовуються при оцінці якості кластеризації на практиці, які застосовуються в сучасних програмних модулях для вирішення прикладних завдань, є:

Метрика скоригованого індексу Ренда (ARI), яка залежить від значень заданих міток, а формується залежно від особливостей розбиття вибірки деякі кластери.

Коефіцієнт силуету (s). На відміну від інших метрик цей захід не передбачає початкове знання істинних міток об'єктів, що аналізуються, у зв'язку з чим дозволяє провести оцінку якості кластерного розбиття за нерозміченою вибіркою, сформувавши кінцевий результат кластеризації. Спочатку s визначається окремо для кожного об'єкта імпортованої вибірці даних.

Фактично, силуетом вибірки буде середня величина силуету всіх об'єктів, що входять до заданого набору даних. Зручність даної метрики у тому, що дозволяє встановити ступінь відмінності середньої відстані до об'єктів свого кластера від середньої відстані до об'єктів інших кластерів, куди розбита вибірка. Значення даної метрики також знаходиться в діапазоні від - 1 до 1, причому чим оцінка набуває нижчого значення, тим гірше виконана кластеризація (є розрізненою).

У разі нульових значень кластери перетинаються і можуть бути накладені один на одного, а значення близькі до 1 відповідають більш чіткому рівню виявлення кластерів. Таким чином, чим більше значення s, тим компактнішими є кластери, являють собою щільно згрупованими області точок при візуалізації в двох або тривимірному вигляді. За допомогою даної метрики можна ефективно вирішувати задачу пошуку оптимальної кількості кластерів для розбиття вибірки завдяки максимізації значення силуету. У розглянутих метриках цей захід більше залежить від форми кластерів, у зв'язку з чим може досягати більш значних показників на опуклих кластерах, що формуються на основі алгоритмів та базуються на принципах відновлення щільності розподілу.

Для визначення оптимального числа кластерів використовується метод ліктя (Elbow score), що є евристикою, що використовується для визначення кількості кластери в наборі даних.

Висновки. Розроблений програмний інтерфейс системи дає можливість використовувати її для передачі даних з формування експериментальних розрахунків та дослідження поведінки агентів у різних зовнішніх умовах, що надає користувачу зручний набір засобів для оцінки рівня ефективності роботи побудованих моделей.

Список використаної літератури

[1] Пальмов С.В. Інтелектуальний аналіз даних / С.В. Пальмів. – К.: КПІ, 2017. - 128 с.

[2]. Рафалович У. Data mining, чи Інтелектуальний аналіз даних зайнятих. Практичний курс / В. Рафалович. - Х.: СмартБук, 2014. - 110 с.

[3]. Храмов А.Г. Методи та алгоритми інтелектуального аналізу даних / А.Г. Храмів. – О.: Екологія, 2019. - 176 с.

[4]. Головіна О.Ю. Інтелектуальні методи створення систем підтримки прийняття рішень / О.Ю. Головіна. – В.: МЕІ, 2016. - 235 с

УДК 004.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА РЕЗЮМУВАННЯ НОВИН ДЛЯ ПОЛЕГШЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ

Гірник Ю.В. (yurii.hirnyk.mknssh.2022@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

В тезах розглядається питання зростання важливості новин на фоні переповненого інформаційного простору людини. Для полегшення споживання новин було запропоновано застосування автоматичної класифікації та резюмування новин. Для обраного дослідження було обрано і адаптовано декілька моделей машинного навчання та проведено дослідження ефективності. Для реалізації була обрана мова програмування Python з використанням бібліотек машинного навчання, а також середовище Google Colaboratory.

Вступ. Важко переоцінити важливість новин в сучасному світі. Та чи інша новина може відігравати велику роль в різних аспектах людського життя. Перш за все, новини допомагають орієнтуватись в тому, що відбувається навколо. Це може бути новина щодо зміни курсу валют, запровадження електронного направлення до лікаря, природньої чи техногенної катастрофи поруч чи про маленьку подію в місті. Кожен з цих прикладів по різному впливає на життя, але будучи проінформованим про кожну з них, людина робить висновки і певні дії. У деяких випадках це може зберегти життя.

Джерелами новин є декілька основних каналів зв'язку: телевізор, газета, новинний онлайн-ресурс, соціальні мережі, а віднедавна ще й телеграм-канали. Також варто зазначити, що протягом останніх років зменшується кількість читачів паперових газет [1]. Проведене дослідження показує, що кількість читачів в США зменшилась на 45%, а саме з 45 до 25 мільйонів, протягом 2010-2020 років. Така тенденція змушує великі газетні компанії оцифровуватись та розвивати інші канали зв'язку з користувачами. Крім того, збільшується важливість якості та систематизованості онлайн-статей. У швидкому та масовому потоці новий публікацій важливо дати змогу читачу швидко зрозуміти якої тематики публікація та чи є вона цікавою для нього.

Мета роботи полягає в дослідженні та можливості покращення ефективності методів класифікації та резюмування новин. Результатом роботи, який планується досягнути є порівняльна характеристика методів класифікації та резюмування новин на основі низки досліджень.

Основна частина роботи. Класифікація тексту – це процес визначення категорії тексту на основі його змісту, наповнення. Це здобуло поширення в багатьох сферах та вирішують низку прикладних задач (визначення спаму, визначення мови тексту, присвоєння тегів статтям, тощо).

Існує декілька підходів до побудови систем, що вирішують проблему класифікації. Перший це системи на основі правил. У даному випадку віднесення тексту до конкретної категорії відбувається за наперед визначеними правилами [2]. Зазвичай це відбувається за наявністю специфічної лексики для різних сфер. Даний підхід є простим в реалізації, але може бути доволі неточним та дорогим, адже побудова лінгвістичних правил для словників потребує глибокого розуміння класу чи категорії. Другий підхід це системи на основі машинного навчання. Цей спосіб ґрунтується на використанні методів та моделей машинного навчання. Замість того аби самостійно вручну будувати правила віднесення тексту до категорії, розробники перекладають відповідальність на алгоритми, що можуть знайти певні зв'язки між текстом та класом. Даний підхід вимагає попередньої обробки тексту та репрезентації тексту у зрозумілому для алгоритму представленні – зазвичай векторі чисел.

Згадуючи резюмування (або ж сумаризацію), варто згадати, що це процес зменшення обсягу великого тексту, зберігаючи головні тези/ідеї. Загалом алгоритми сумаризації бувають двох видів: екстрактивна сумаризація (процес виділення вже існуючих речень з тексту), абстрактна сумаризація (метод є більш складним у реалізації та відрізняється можливістю генерувати вихідний результат на основі фактів в тексті та змістовного значення).

Довгий час в задачах природньої обробки мови домінували рекурентні нейронні мережі, але нещодавно (в 2017) [3] була представлена архітектура нейронної мережі на основі трансформера. Ці моделі здатні виявляти довгі залежності в тексті завдяки механізму уваги, крім того вони

аналізують текст з двох сторін, що дає змогу краще розуміти контекст. Дані інструменти можуть бути адаптовані для вирішення різного роду задач: класифікація, резюмування, переклад тощо. У цій роботі було обрано декілька моделей на основі BERT[4], а саме DistilBert, RoBERTa, AlBERT. Крім цього трансформер T5, а також XLNet.

Тренування та тестування проводилось на наборі даних [5], де зібрано одну з найчисельніших колекцій новин опублікованих на ресурсі HuffPost [6] протягом 2012-2022 років. Набір даних містить 210 тисяч записів які промарковані на 42 категорії (наприклад, політика чи подорожі). Крім того, набір містить посилання на кожну онлайн-новину, що дало змогу застосувати засоби видобування даних задля отримання повнотекстової версій новин. Результати задачі класифікації представлені в табл. 1, а резюмування в табл. 2.

Таблиця 1 – Результати тренування та тестування класифікаційних моделей.

Показник\Модель	MultinomialNB	DistilBERT	RoBERTa	AlBERT
Accuracy	0.617	0.711	0.694	0.700
Precision	0.699	0.637	0.610	0.635
Recall	0.400	0.617	0.596	0.596
F1 score	0.432	0.620	0.597	0.609
Час тренування, хвилин	-	26,50	68,43	95,86
Час тестування, хвилин	-	43,15	88,70	90,23
Кількість параметрів трансформера	-	66362880	124645632	11683584
Категорія з найбільшою кількістю помилок	GROUPS VOICES	Politics	Politics	Politics

Таблиця 2 – Результати тренування та тестування моделей резюмування.

Показник\Модель	BERT	XLNet	T5
Узагальнення	Екстрактивне	Екстрактивне	Абстрактне
Час тренування, хвилин	-	-	78
Час генерації однієї сумаризації, секунд	1.51	1.43	0.73
Rouge1	0.187	0.285	0.310
Rouge2	0.066	0.273	0.182
RougeL	0.139	0.285	0.280
RougeLsum	0.140	0.285	0.279

Висновки. На основі отриманих результатів, можна відмітити домінацію моделі DistilBert над іншими. Це стосується майже всіх наведених показників. Частка правильних прогнозів є дещо вищою (0.711 проти 0.694 та 0.700), однак на кожній з моделі частка справжніх позитивних передбачень серед усіх позитивних результатів є дещо низькою. Звідси можна зробити висновок, що моделі потребують подальшого дослідження з метою покращення показників.

Також час тренування DistilBert є меншим ніж у Albert, попри те, що кількість параметрів є в декілька разів вищою. Це наочно відображає, що час тренування та роботи моделі залежить від багатьох факторів (особливостей архітектури, використання різних оптимізаторів тощо), не тільки кількості параметрів. Варто зазначити, що моделі на основі трансформерів показали набагато кращі результати ніж наївний байєсівський класифікатор, метрики якого є значно нижчими та не можуть бути задовільними для використання в прикладних задачах класифікації тексту.

Перш ніж аналізувати певні числові результати резюмування, варто згадати ключову відмінність між Bert/XLNet та T5. Перші дві моделі використовують екстрактивне узагальнення, тобто таке, що виділяє вже існуючі фрагменти тексту на вході. Натомість T5 є представником абстрактного узагальнення – генерації нового тексту, який може не бути фрагментом вхідного.

Час генерації відповіді є найменшою для T5, що робить його привабливим для великих та навантажених додатків. Також метрики Rouge для оцінки якості сумаризації вказують на домінацію T5, що я пов'язую з використанням абстрактного узагальнення.

Отримані результати доводять, що моделі машинного навчання можуть бути корисні у вирішені задач класифікації та резюмування, а їхнє прикладне використання може знизити інформаційне навантаження на користувача та застосовуватись в різних сферах (щоденний дайджест новин, рекомендаційна система, автомаркування новин категорією тощо).

Список використаної літератури

[1] 1615 L. St NW, S. 800 Washington, і D. 20036 U.-419-4300 | M.-857-8562 | F.-419-4372 | M. Inquiries, «Newspapers Fact Sheet», Pew Research Center's Journalism Project. Дата звернення: 25, Вересень 2023. [Online]. Доступний у: https://www.pewresearch.org/journalism/fact-sheet/newspapers/

[2] «Transform your business with automated text classification». Дата звернення: 25, Вересень 2023. [Online]. Доступний у: https://blog.pangeanic.com/rule-based-methods-for-text-classification-in-nlp

[3] A. Vaswani *et al.*, «Attention Is All You Need». arXiv, 12, Червень 2017. doi: 10.48550/arXiv.1706.03762.

[4] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, і K. Toutanova, «BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding», arXiv.org. Дата звернення: 08, Жовтень 2023. [Online]. Доступний у: https://arxiv.org/abs/1810.04805v2

[5] R. Misra, «News Category Dataset». arXiv, 06, Жовтень 2022. Дата звернення: 25, Вересень 2023. [Online]. Доступний у: http://arxiv.org/abs/2209.11429

[6] «HuffPost - Breaking News, U.S. and World News», HuffPost. Дата звернення: 25, Вересень 2023. [Online]. Доступний у: https://www.huffpost.com/

УДК 004.8

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КАДРІВ ВІДЕО ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТУ СПОВІЛЬНЕНОГО РУХУ

Горностай Б.Я. (bohdan.hornostai.mknssh.2022@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

В тезах розглядається проблема інтерполяції кадрів відео для створення ефекту сповільненого руху з використанням штучного інтелекту, принципи роботи та вимоги до використання. Можливості використання додаткових модальностей для покращення результатів інтерполяції кадрів відео, та застосування додаткових текстових даних. Актуальність використання алгоритмів для інтерполяції кадрів в сферах кіно, відмальовування віртуальних середовищ в комп'ютерній графіці та анімації. Описано галузь застосування, структура запропонованої моделі, методи її апробації та використані технології. Висновок відповідає на питання актуальності використання представленої моделі в зазначених галузях та описує вирішення задачі

Технології відтворення відео розвиваються з кожним роком, разом із цим ми можемо спостерігати збільшення вимог щодо якості відео серед користувачів. Крім цього зростають й вимоги користувачів в більш плавній картинці за рахунок збільшення кількості кадрів в секунду, так протягом довгого часу вважалось що частота в 30 кадрів в секунду здатна задовільнити вимоги людини для відчуття руху за рахунок зміни зображень. Станом на 2021 рік стандартом стали 60 fps, в 2023 році смартфони з частотою оновлення 90 та 120 Герц та монітори з 144 Герц заполонили ринок пристроїв з середньою ціною. В наслідок такого розвитку, багато користувачів програмного забезпечення, зв'язаного з відтворенням відео відчувають потребу експоненційного збільшення вимог щодо ресурсів пам'яті, центрального процесора, відеокарти та оперативної пам'яті ЕОМ, що збільшує вартість певних деталей комп'ютерів та інколи викликає дефіцит товарів. Так, наприклад провідні компанії на ринку відеокарт Nvidia та AMD вирішили оптимізувати свої продукти за допомогою використання методів штучного інтелекту у своїх

продуктах. Станом на 2023 рік вони розробили технології Nvidia DLSS та AMD FidelityFX й неодноразово покращили їх. Одне з рішень представлених ними є застосування інтерполяції кадрів для збільшення fps. Ця технологія здатна помогти у багатьох сферах людської діяльності оскільки, з її допомогою ми можемо частково звільнити ресурси комп'ютера від обчислення симуляції об'єктів в графічних рушіях, зменшити необхідну пам'ять для зберігання відео, зберігаючи лише основні кадри й інтерполюючи їх під час відтворення, покращити плавність картинки в уже існуючих відео файлах а також зменшити ресурси для створення анімації. Так сучасна графічна анімація полягає в по кадровому малюванні художником певного об'єкту, даних підхід є затратним по часу та людських ресурсах. Для пришвидшення розробки графічних анімаційних фільмів розробники зазвичай зменшують кількість кадрів в секунду, що негативно впливає на якість кінцевого продукту. За допомогою технології інтерполяції кадрів відео, художнику не буде потрібно малювати майже подібні зображення кадрів, що покращить ефективність людських ресурсів в даній галузі та якість кінцевого продукту. Вище зазначені проблеми породжують потребу в покращенні результатів роботи алгоритмів інтерполяції кадрів відео.

Метою роботи є представлення алгоритму, який дозволяє покращити якість відео з низькою частотою кадрів за допомогою штучного інтелекту.

В ході дослідження було визначено, що провідними методиками в задачі інтерполяції кадрів відео є застосування мереж – трансформерів, було відібрано одну з моделей VFIformer [1] та модифіковано за допомогою застосування додаткових текстових даних під час процесу інтерполяції кадрів. Практична цінність полягає у тому, що сучасні алгоритми ще не використовували текстові дані для покращення результатів інтерполяції, такий підхід дозволить отримувати більш кращі результати, надасть можливості конфігурувати роботу алгоритму для досягнення бажаного результату шляхом зміни текстового опису сцени, прискорить процес навчання моделі для отримання аналогічних результатів.

Запропонована модель полягає в використанні відео сцени та її текстового опису як вхідних даних, попередньому опрацюванні тексту через шифрувальник моделі Bert [2], опрацювання зображення зо допомогою обчислення оптичного потоку та передачі отриманих даних на перший шар моделі VFIformer [1]. Об'єднанню векторних результатів зображення з першого шару VFIformer та вектора тексту з шифрувальника Bert за допомогою повністю зв'язаного шару нейронів, який може відобразити обидва типи векторів ознак до однієї розмірності, а потім об'єднати їх та подальшої передачі в наступні шари моделі VFIformer (рис. 1).

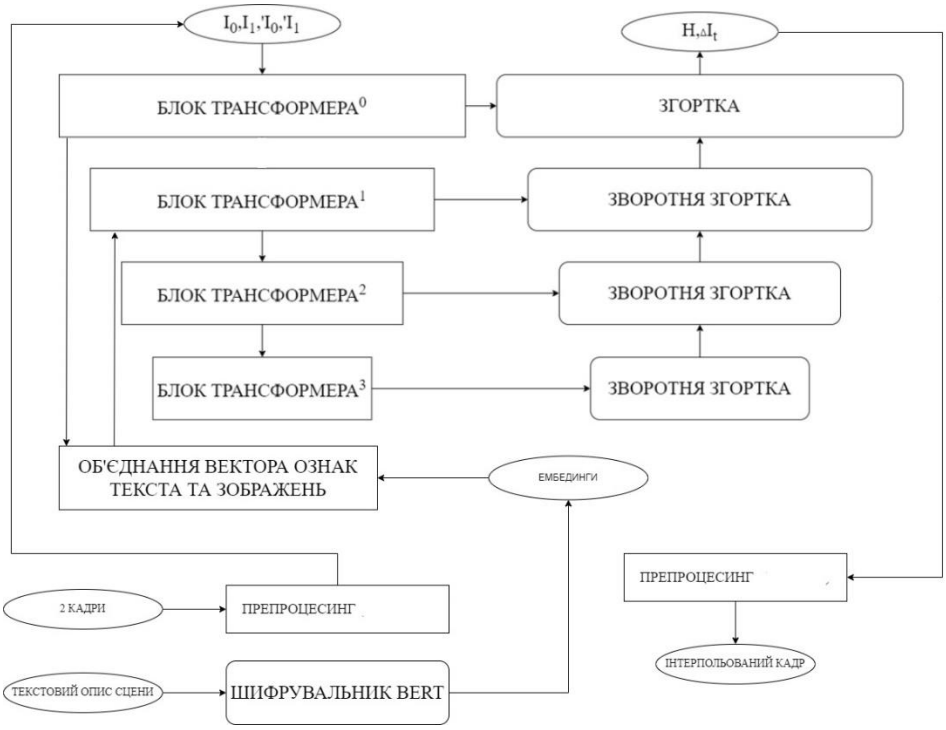


Рис. 1 - Архітектура запропонованого підходу.

Аналіз практичних результатів реалізованого програмного забезпечення на базі представленої моделі показав, що застосування додаткової модальності тексту для задачі інтерполяції кадрів прискорює процес навчання моделі та покращує кінцевий результат при порівнянні оригінального VFIformer та рішення на його базі. Оцінювання результатів на базі тестової вибірки набору відео UCF101 [3] та інших рішень (табл. 1), запропонована архітектура за метрикою PSNR займає 7-місце та обходить усі пропозиції до 2021 року включно, та більшість з 2022 року, EMA-VFI [4] 2023 року надає кращі результати, однак слід зазначити, що архітектура представлена в цій роботі має більший потенціал, адже обмежуючим фактором для досягнення кращих результатів були ліміти використання середовища, а саме обмеження по часу використання GPU та об'єму оперативної пам'яті приводило до недотренованої моделі, ліміт на максимальну зайнятість постійної пам'яті не дає можливості використати більш обширний датасет для навчання.

Висновки. Було виявлено, що більшість сучасних методів покладаються на оцінку оптичного потоку або уваги між кадрами, але мають деякі недоліки, такі як висока обчислювальна складність, низька точність або артефакти у складних сценах. Розроблено комбіновану нейронну мережу, що складається з двох модулів: модуля зчитування тексту та модуля інтерполяції кадрів. Дана робота актуальна, оскільки інтерполяція кадрів відео є важливою задачею для покращення якості та плавності відео, що має застосування у багатьох сферах, таких як графіка, анімація, медицина, спорт тощо, є новаторською, оскільки це перший раз, коли текстовий опис сцени використовується для покращення інформації про рух та зовнішній вигляд об'єктів у процесі інтерполяції кадрі, корисною через можливість генерувати більш точні результати, надавати можливості конфігурувати роботу алгоритму за допомогою зміни текстового опису сцени, прискорити процес навчання моделі для отримання аналогічних результатів.

Таблиця 1 – Результати оцінювання алгоритму за метриками PSNR та SSIM

Ранг за PSNR	Модель	PSNR	SSIM
1	EMA-VFI[4]	35.48	0.9701
…	…	…	…
7	Запропоноване рішення	35.391769	0.967058
7	SoftSplat[5]	35.39	0.952
8	ABME[6]	35.38	0.9698

Застосування додаткової мультимодальної інформації дозволяє отримувати кращі результати при меншій кількості епох навчання, це можна пояснити покращенням можливості моделі отримувати контекст рухів, адаптуватися під певну сцену, при цьому різниця в прирості точності результатів з епохами спадає, що можна пояснити, тим, що моделі – трансформери з часом навіть без текстового опису сцени здатні створити для себе ефективне представлення різних варіацій рухів та їх описів в прихованому просторі, що є альтернативою текстовим описам сцени, під час навчання цей альтернативний опис удосконалюється, а інформаційний вміст текстового не змінюється, через що важливість текстових описів для них під час тренування спадає. Попри це модель з застосуванням текстового опису сцени в цілому дала кращі результати ніж аналогічна без них, що відкриває можливості нового підходу в галузі інтерполяції проміжних кадрів відео. Також використання текстових даних може додатково параметризувати процес роботи моделі та надати можливість зміни її результатів, що свідчить про перспективність подальшого розвитку цього напрямку.

Список використаної літератури

[1] L. Lu, R. Wu, H. Lin, J. Lu, і J. Jia, «Video Frame Interpolation With Transformer», представлена на Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2022, с. 3532–3542. Дата звернення: 07, Квітень 2023. [Online]. Доступний у:

https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2022/html/Lu_Video_Frame_Interpolation_With_Transformer_CVPR_2022_paper.html
[2] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, і K. Toutanova, «BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding». arXiv, 24, Травень 2019. doi: 10.48550/arXiv.1810.04805.
[3] «CRCV | Center for Research in Computer Vision at the University of Central Florida». Дата звернення: 25, Вересень 2023. [Online]. Доступний у: https://www.crcv.ucf.edu/data/UCF101.php
[4] G. Zhang, Y. Zhu, H. Wang, Y. Chen, G. Wu, і L. Wang, «Extracting Motion and Appearance via Inter-Frame Attention for Efficient Video Frame Interpolation». arXiv, 04, Березень 2023. doi: 10.48550/arXiv.2303.00440.
[5] S. Niklaus і F. Liu, «Softmax Splatting for Video Frame Interpolation», *arXiv:2003.05534 [cs]*, Бер 2020, Дата звернення: 09, Жовтень 2021. [Online]. Доступний у: http://arxiv.org/abs/2003.05534
[6] J. Park, C. Lee, і C.-S. Kim, «Asymmetric Bilateral Motion Estimation for Video Frame Interpolation». arXiv, 15, Серпень 2021. doi: 10.48550/arXiv.2108.06815.

УДК 004.8:628.9

СТРУКТУРА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ТА ОБУМОВЛЕННЯ ОБРАНИХ ЗАСОБІВ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЇ МОДУЛЯЦІЇ ШТУЧНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Жадан А. С., Селіванова А. В.
(arthur.zhadan@gmail.com, av_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Для ефективного виявлення широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) штучних джерел освітлення на зображеннях, необхідно ретельно розглянути структуру нейронної мережі та визначити обумовлення вибору засобів для її реалізації. Ці тези доповіді спрямовані на розкриття інноваційних підходів до аналізу і виявлення широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) штучних джерелах освітлення на зображеннях з метою уникнення негативних наслідків на здоров'я людини.

Для обробки зібраних даних спершу потрібно розділити набір на два зразки - для навчання та перевірки [1, 2]. Потім проводиться класифікація зображень відповідно до їхнього ризику для організму людини: без ризику, прийнятний, стерпний, неприпустимий.

Класифікація ґрунтується на різниці в ширині чорних смуг, яка виникає в зображеннях із різними частотами широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [3]. Більша чорна смуга вказує на меншу частоту ШІМ та вищий ризик, тоді як менша чорна смуга вказує на вищу частоту ШІМ та менший ризик [4].

У дослідженні використовується модель RetinaNet для виявлення об'єктів широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). RetinaNet – це модель, яка зазвичай використовується для виявлення об'єктів [1, 2] та складається з таких компонентів:

MobileNetV3**:** Це базовий рівень мережі, який отримує вхідне зображення і видобуває з нього ознаки на різних рівнях розміру (64x64, 32x32, 16x16, 8x8 і 1x1). MobileNetV3 навчається на великому наборі даних ImageNet [1, 2].

FPN (Піраміда ознак): Цей рівень отримує карти ознак з MobileNet і перетворює їх в різні масштаби (8x8, 16x16, 32x32, 4x4 і 2x2).

Multilevel Detection Generator: Цей рівень відповідає за створення полів прив'язки для об'єктів на різних масштабах.

RetinaNet Head: Це верхній рівень RetinaNet, який отримує карти ознак від FPN і виконує виявлення об'єктів за допомогою виводу координат меж об'єктів та їхніх класів ймовірностей.

Архітектура моделі виявлення об'єктів широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) показана на рисунку 1.

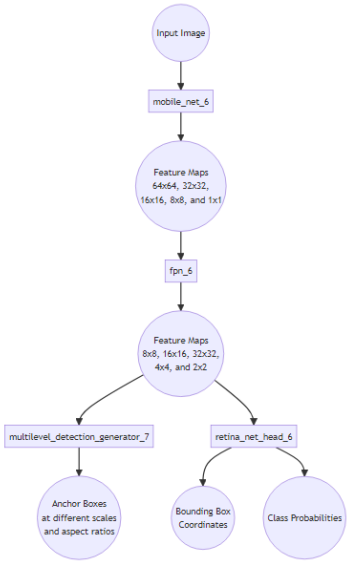


Рис. 1 – Архітектура моделі виявлення об'єктів широтно-імпульсної модуляції

У результатах навчання моделі представляються у метриках COCO і показують, що вона успішно виявляє об'єкти на зображеннях зі середньою точністю (AP) в діапазоні від 0,703 до 0,914. Відсутність точності для малих та середніх об'єктів може свідчити про складність їхнього виявлення.

З точки зору відкликання (AR), модель досягає значень від 0,746 до 0,754 для різних IoU. Загальна втрата підтверджує, що модель навчилася і тренується ефективно.

Квантування, яке може знизити точність виявлення, але підвисити швидкість виявлення [5], не було застосовано через те, що процес навчання відбувався на невеликому датасеті, тому точність має більший пріоритет.

Також, модель використовує середнє об'єднання (average pooling) як метод для зменшення складності обчислення та обробки функцій на різних рівнях мережі [6].

Ця модель вигідна для застосування на мобільних пристроях завдяки використанню MobileNetV3, який є легковаговою архітектурою, розробленою для оптимізації на мобільних платформах [1, 2]. Для інтеграції цієї моделі на платформу Android використовується інфраструктура MediaPipe [7] та високорівнева мова програмування Python, що часто використовується у машинному навчанні (ML) [8]. Це дозволить використовувати результуючу модель у реальному часі і отримувати зображення з камери у реальному часі.

Приклад успішного виявлення класу допустимого ризику з ймовірністю 62% на світлодіодній лампі з використанням методу широтно-імпульсної модуляції, використовуючи результуючу модель показано на рисунку 2.

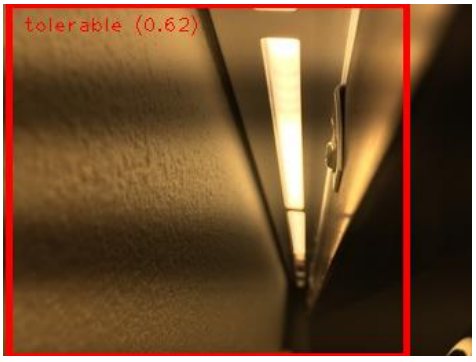


Рис. 2 – Приклад успішного виявлення класу допустимого ризику з ймовірністю 62%

Список використанної літератури

[1] Howard, Andrew & Pang, Ruoming & Adam, Hartwig & Le, Quoc & Sandler, Mark & Chen, Bo & Wang, Weijun & Chen, Liang-Chieh & Tan, Mingxing & Chu, Grace & Vasudevan, Vijay & Zhu, Yukun. (2019). Searching for MobileNetV3. 1314-1324. 10.1109/ICCV.2019.00140.

[2] Al-Hasanat, Mohanad & Alsafasfeh, Moath & Alhasanat, Abdullah & Althunibat, Saud. (2021). RetinaNet-Based Approach for Object Detection and Distance Estimation in an Image. International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP). 11. 19. 10.15866/irecap.v11i1.19341.

[3] Yizhen Lao. 3D Vision Geometry for Rolling Shutter Cameras. Robotics [cs.RO]. Université Clermont Auvergne, 2019. English. ffNNT : 2019CLFAC009ff. fftel-02276486f

[4] L. Anderson, Flicker, the display affliction - DXOMARK, 2021. URL: https://www.dxomark.com/flicker-the-display-affliction/.

[5] Hu, Qiang & Guo, Yuejun & Cordy, Maxime & Xie, Xiaofei & Ma, Wei & Papadakis, Mike & Le Traon, Yves. (2023). Towards Understanding Model Quantization for Reliable Deep Neural Network Deployment. 56-67. 10.1109/CAIN58948.2023.00015.

[6] Bieder, Florentin & Sandkuehler, Robin & Cattin, Philippe. (2021). Comparison of Methods Generalizing Max- and Average-Pooling.

[7] Quiñonez, Yadira & Lizarraga, Carmen & Aguayo, Raquel. (2022). Machine Learning solutions with MediaPipe. 212-215. 10.1109/CIMPS57786.2022.10035706.

[8] Jackeray, S., Doradla, A.S., Rane, R.L., & Colaco, B. (2020). A COMPARATIVE REVIEW BETWEEN PROGRAMMING TOOLS USED IN DATA SCIENCE.

УДК 616.5-006.81+004.8

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ЗАХВОРЮВАНЬ ШКІРИ

Зюков О.Л.[1], Ошивалова О.О.[1], Білошицька О.К.[1,2]
(oshivalovaea@gmail.com, o.k.biloshytska@gmail.com)
[1] Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами (Україна)
[2] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Модель для діагностики захворювань шкіри на основі медичних зображень може бути використана в якості раннього інструменту скринінгу захворювань шкіри. Це особливо корисно для ідентифікації потенційних проблем з шкірою на ранніх стадіях, коли вони найбільш ефективно лікуються. Сфери можливого використання: домашній моніторинг, телемедицина, використання в медичних установах та наукових дослідженнях.

Вступ. Штучний інтелект (ШІ) в теперішній час набуває широкого застосування в усіх сферах життя, медицина не є виключенням. ШІ особливо корисний у розпізнаванні зображень, при підготовці до проведення хірургічних втручань, протезуванні, фундаментальних та прикладних дослідженнях. Дерматологічні дослідження з використанням ШІ на основі розпізнавання зображень на даний момент перебуває на піку свого розвитку [1]. Алгоритми глибокого навчання, згорткових та рекурентних нейронних мереж можуть підвищити ефективність класифікації зображень, виявлення певних аномальних зон або об’єктів, сегментації та інших завдань [2]. Використання нейронних мереж (НМ) при аналізі дерматологічних знімків дозволяє лікарям проводити скринінг та порівняльну характеристику після проведеного лікування.

Здатність ШІ дозволяє з більшою точністю розпізнавати різноманітні характеритистики уражень шкіри, такі як розмір, текстура та відтінки [1]. ШІ дозволяє кількісно визначати особливості уражені і робити певні висновки, які допомагають клініцистам виявляти та аналізувати ураження шкіри, підвищувати точність та ефективність діагностики.

Актуальність даної роботи полягає у використанні комбінації згорткової нейронної мережі (CNN) та одного з підвидів рекурентних нейронних мереж (LSTM), що може сприяти діагностиці та лікуванню пацієнтів.

Метою роботи є підвищення точності диференціювання мальформацій шкіри на основі медичних зображень з використанням згорткових та рекурентних нейронних мереж.

Матеріали та методи. Для аналізу зображень шкіри, їх обробки та пошуку розбіжностей між певними типами мальформацій шкіри найчастіше використовується глибоке навчання. Найбільш відомі мережі глибокого навчання можна розділити на рекурсивні нейронні мережі (RvNN), рекурентні нейронні мережі (RNN), самоорганізуючі нейронні мережі Кохонена (KNN), генеративні суперницькі нейронні мережі (GAN) і згорткові нейронні мережі (CNN) [3].

Наразі найбільш репрезентативними є моделі рекурентних нейронних мереж (RNN) та згорткових нейронних мереж (CNN). Системи ШІ, які базуються на використанні рекурентних нейронних мереж (RNN) та згорткових нейронних мереж (CNN), використовують для навчання набори даних зображень мальформацій шкіри для точної діагностики. Цими зображеннями можуть бути як зображення з дерматоскопу, так і фото клінічного випадку (за певними характеристиками).

Було проведено досить багато досліджень з використанням різноманітних нейронних мереж при аналізі та обробці зображень шкіри [4, 5, 6, 7, 8], точність класифікації при яких становила понад 80%, що значно перевершує точність класифікації клініцистів.

В якості бази зображень було використано «The HAM10000 dataset» [9]. База даних містить всього 10015 зображень 7 найрозповсюдженіших захворювань: меланоцитарні невуси (6705 знімків); меланома (1155 знімків); доброякісні ураження, схожі на кератоз (1057 знімків); базальноклітинна карцинома (514 знімків); актинічний кератоз (327 знімків); ураження судин (142 знімки); дерматофіброма (115 знімків).

Зазначений набір включав розподіл знімків захворювань для двох вибірок – навчальної та валідаційної. Тому, для безпосереднього тестування моделі набір фото був зібраний клініцистом вручну під час проведення консультативного прийому пацієнтів.

Експериментальні дані. Зображення шкіри було піддано попередній обробці та нормалізації. Зображення було зменшено до однакового розміру та перетворено у вектори-ознаки, щоб їх можна було використовувати для навчання моделі.

Розмір зображення змінюється до певного розміру (input_size). Потім застосовуються випадкові горизонтальні та вертикальні перевороти, випадкове обертання та перетворення тремтіння кольорів, щоб збільшити навчальні дані.

Потім модель виконує розпізнавання дублікатів серед зображень і відокремлює унікальні зображення. Ці унікальні зображення потім розподіляються на набори для тренування і валідації.

Для побудови моделі було використано два основні типи нейронних мереж: CNN та LSTM.

Модель була навчена на тренувальних даних. Для цього були використані тренувальний та валідаційний набір зображень (таблиця 1) та їх мітки.

Таблиця 1 − Кількість зображень захворювань шкіри для роботи з нейронними мережами

	Кількість зображень		
Захворювання шкіри	**Навчальна вибірка**	**Валідаційна вибірка**	**Тестова вибірка**
Меланоцитарні невуси	5822	883	15
Меланома	1067	88	15
Доброякісні ураження, схожі на кератоз	1011	46	15
Базальноклітинна карцинома	479	35	15
Актинічний кератоз	297	30	15
Ураження судин	129	13	15
Дерматофіброма	107	8	15

Результати. Оцінку ефективності створеної моделі ШІ на основі комбінації двох нейронних мереж (CNN та RNN) в розпізнаванні та класифікації захворювань шкіри було оцінено на основі результатів метрик, таких як точність (precision), повнота (recall), f1 показник (f-1 score) та

підтримка (support). Також було досліджено середнє значення показників (precision, recall, f1-score) та зважене середнє значення показників (precision, recall, f1-score) для всіх класів .

По завершенню роботи з моделлю було отримано інформацію про ефективність даної моделі.

Оцінки метрик, таких як точність (precision), повнота (recall), f1 показник (f-1 score) та підтримка (support), допомогли оцінити ефективність моделі в розпізнаванні та класифікації захворювань шкіри.

В процесі реалізації моделі було виконано наступні дії: імпортування необхідних бібліотек, налаштування візуалізації результатів, завантаження шляхів до зображень і визначення класі, попередня обробка та дослідження даних, створення наборів тренування та валідації, навчання комбінованої моделі, оцінка ефективності моделі (автоматична), ручне тестування моделі.

Створена модель досягла точності в 91%, а також показала хороші результати в ручному тестуванні з фотографіями з інших джерел. Модель враховує різні сценарії, які можуть відбуватися при аналізі зображень, а також здатна відслідковувати зміни в часі.

З проведених досліджень можна стверджувати, що застосування штучного інтелекту для аналізу захворювань шкіри, який представлений розпізнаванням і аналізом зображень, зараз стрімко розвивається та показує досить високі результати точності класифікації. Проте розпізнавання зображень є лише частиною діагностики та лікування, а комплексне медичне обслуговування поєднує в собі наукові дослідження та сприяє покращенню якості життя населення з захворюваннями шкіри.

Висновки. ШІ допоможе підвищити точність діагностики та лікування захворювань, здійснювати оптимальний розподіл високотехнологічних медичних технологій діагностики та лікування, а також сприяти ефективній роботі системи закладу охорони здоров'я у питаннях формування бази знань для вдосконалення навичок майбутніх висококваліфікованих спеціалістів. З використанням ШІ клініцист має змогу розробляти та вдосконалювати методи діагностики та лікування.

Список використаної літератури:

[1] Z. Li, K. C. Koban, T. L. Schenck, R. E. Giunta, Q. Li, and Y. Sun, "Artificial Intelligence in Dermatology Image Analysis: Current Developments and Future Trends," Journal of Clinical Medicine, vol. 11, no. 22, p. 6826, Nov. 2022, doi: 10.3390/jcm11226826

[2] G. Litjens et al., "A survey on deep learning in medical image analysis," Medical Image Analysis, vol. 42, pp. 60–88, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.media.2017.07.005

[3] L. Alzubaidi et al., "Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions," Journal of Big Data, vol. 8, no. 1, Mar. 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00444-8.

[4] M. Lucius et al., "Deep Neural Frameworks Improve the Accuracy of General Practitioners in the Classification of Pigmented Skin Lesions," Diagnostics, vol. 10, no. 11, p. 969, Nov. 2020, doi: 10.3390/diagnostics10110969

[5] A. Minagawa et al., "Dermoscopic diagnostic performance of Japanese dermatologists for skin tumors differs by patient origin: A deep learning convolutional neural network closes the gap," The Journal of Dermatology, vol. 48, no. 2, pp. 232–236, Oct. 2020, doi: 10.1111/1346-8138.15640

[6] Z. Qin, Z. Liu, P. Zhu, and Y. Xue, "A GAN-based image synthesis method for skin lesion classification," Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 195, p. 105568, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.cmpb.2020.105568

[7] E. Cano, J. Mendoza-Avilés, M. Areiza, N. Guerra, J. L. Mendoza-Valdés, and C. A. Rovetto, "Multi skin lesions classification using fine-tuning and data-augmentation applying NASNet," PeerJ Computer Science, vol. 7, p. e371, Jun. 2021, doi: 10.7717/peerj-cs.371

[8] M. A. Al-masni, D.-H. Kim, and T.-S. Kim, "Multiple skin lesions diagnostics via integrated deep convolutional networks for segmentation and classification," Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 190, p. 105351, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.cmpb.2020.105351

[9] "Kasiotis/Skin-cancer-mnist-ham10000" GitHub, https://github.com/kasiotis/Skin-Cancer-MNIST-HAM10000 (accessed Sept. 9, 2023).

УДК 004

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ

Іванєр В.В., Полікаровський О.І. (studylearnerstudy@gmail.com)
Одеський національний морський університет (Україна)

В роботі наведено результати проведеного аналізу можливостей використання моделей штучних нейронних мереж для вирішення завдань розпізнавання людського обличчя.

Вступ. В даний час з розвитком обчислювальної техніки стало можливим вирішувати завдання, які раніше вважалися нездійсненними на персональних комп'ютерах. Створення пристроїв, що виконують функції розпізнавання об'єктів у відео потоці, в більшості випадків дозволить замінити людину спеціалізованим автоматом. Варто зауважити, що якість виконання роботи людиною залежить від багатьох факторів (кваліфікація, досвід, втома, інтерес). У той же час справна та налаштована система працюватиме, забезпечуючи завжди однакову якість виконання роботи [1]. Ще однією перевагою заміщення людини машиною – незрівнянна перевага автоматичних систем у швидкодії. При цьому актуальним завданням є розробка та використання методів та алгоритмів розпізнавання образів, отриманих за допомогою засобів фіксації навколишнього світу (фото та відеокамер) з метою мінімізації залучення людини у цих процесах [2].

Проблематика процесів формалізації та автоматизації розпізнавання людських осіб досліджувалася вже на ранніх етапах розвитку теорії розпізнавання образів та залишається актуальною досі. Розпізнавання особи людини є лише одним із комплексу завдань, які призначені для проведення аналізу зображень осіб. Існують завдання автоматичного пошуку області обличчя людини на фотографіях, відео потоках та виділення окремих рис особи, які можуть бути розглянуті у вигляді завдання обробки зображень у процесі ідентифікації людей [3].

Штучна нейрона мережа (ШНМ) у програмуванні формуються з розрізнених обчислювальних компонентів, що є схожими на нейронні клітини мозку людини. Вся інформація, яку приймає дана ШНМ, поступово проходить обробку безлічі шарів мережі, що складаються з кількох нейронних клітин.

Навчання ШНМ являє собою комплексний і досить складний процес, в якому різні зв'язки та параметри ШНМ налаштовуються шляхом моделювання середовища, що формує нейромережу. Тип навчання моделі в першу чергу визначається порядком та способом підстроювання цих параметрів.

ШНМ можуть навчатися на основі використання інформації про тестові приклади (з учителем) або без такої, заздалегідь відомої інформації (без вчителя) [4].

В даний час вченими розроблено значну кількість різних типів ШНМ , що використовуються для вирішення різних завдань.

В даний час активно розвиваються сучасні та перспективні моделі ШНМ, зокрема, для завдань розпізнавання образів широко використовуються рекурентні та згорткові, розглянемо їх докладніше.

Рекурентними називаються нейронні мережі (РНС), що мають один або кілька зворотних зв'язків.

Зворотні зв'язки можуть бути локального та глобального типів. РНС, як правило, використовуються як асоціативна пам'ять або мережа відображення вхід-вихід.

Застосування зворотного зв'язку дозволяє РНС представляти стани, що робить їх зручним інструментом різних додатках обробки даних [3].

РНС моделі ІНС використовуються для обробки природної мови завдяки підтримці оцінки довільних речень на основі частоти їх розташування в текстах.

У LSTM моделях ШНМ внутрішні шари містять у своєму складі систему воріт (gates), здатних змінювати свій поточний клітинний стан (cell state), що є реалізацією концепції довгострокової пам'яті.

Згорткові нейронні мережі (ЗНМ) також використовують у своєму складі нейрони, що володіють властивостями зміни ваги та зміщення.

Кожен окремий ШН моделі отримує конкретні вхідні дані, з урахуванням чого виконує скалярний добуток отриманих значень й у деяких випадках відповідно до встановленим правилам супроводжує цей процес нелінійністю [4].

Архітектура ЗНМ робить явне припущення про характер вхідних даних, що дозволяє ефективним чином закодувати певні властивості під архітектуру моделі та прискорити обробку інформації. Завдяки такій особливості даного типу ІНС попереднє оголошення може бути реалізовано ефективніше, знижуючи кількість значущих параметрів моделі.

ЗНМ об'єднують такі архітектурні принципи, необхідні для забезпечення достатньої інваріантності до зміни масштабу аналізованих даних та просторових спотворень: локальні рецепторні поля; загальні синаптичні коефіцієнти; ієрархічна організація з просторовими підвиборками [2]. ЗНМ складається з різних видів шарів: згорткові, субдискретизуючі шари, а також шари класичної ШНМ – персептрону.

Основною причиною успіху використання моделей ЗНМ стала реалізація концепції загальної ваги. Незважаючи на досить значний розмір, даний тип ШНМ має не дуже велику кількість гіперпараметрів, що налаштовуються в порівнянні з іншими моделями. Є варіанти ЗНМ, схожі на неокогнітрон, у зв'язку з чим у подібних моделях може відбуватися часткова відмова від зв'язаних ваг, при цьому алгоритм навчання ШНМ ґрунтується на зворотному поширенні помилки. ЗНМ здатні швидко працювати при використанні послідовних обчислювальних засобів і проходити навчання в швидкому режимі завдяки підтримці можливостей розпаралелювання процесу згортки по кожній карті [5].

На базі проведеного аналізу виділимо основні переваги розглянутих типів ШНМ:

1. Здатність навчатися на вибірці прикладів, коли спочатку невідомі всі закономірності розвитку ситуації та не визначено залежності між вхідними та вихідними даними.

2. Здатність успішно і швидко вирішувати поставлені завдання, ґрунтуючись на неповній інформації, для якої характерними є різні протиріччя.

3. Простота зміни та побудови.

4. Автоматизація процесу введення та первинної обробки даних.

5. Внутрішній паралелізм дозволяє гнучке розподілення обчислювальних операцій у рамках апаратної підтримки ШНМ.

Висновки. Наведені у роботі *результати проведеного аналізу можливостей використання моделей штучних нейронних мереж для вирішення завдань розпізнавання людського обличчя свідчать про доцільність та ефективність використання саме цього підходу для прикладних завдань сьогодення. Отримані результати можуть бути використані для подальшої побудови інформаційної системи, що зможе імплементувати комплексний підхід до розпізнавання обличчя*.

Список використаної літератури

[1] Єремєєв Є.А. Розпізнавання образів в експертних системах прийняття рішень // Науково-технічний вісник інформаційних технологій, механіки та оптики. – 2019. – №4. - С. 704-713.

[2] Панін С.Д. Теорія прийняття рішень та розпізнавання образів. - R.: КНУ, 2017. - 240 с.

[3] Волкова М.А., Луців В.Р. Методи обробки та розпізнавання зображень. - О: Екологія, 2016. - 40 с.

[4] Кручинін О.Ю. Оптимальний підхід до розпізнавання протяжних об'єктів у часі. – К.: Науковий огляд, 2016. – 305 с.

[5] Мазуров В.В. Математичні методи розпізнавання образів. – В.: Лінеар-М Пресс, 2017. - 101 с.

УДК 004.89

ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Іванюк О.І., Бочарніков М.О.
(ivaniuk@kart.edu.ua, mykhailo.bocharnikov@gmail.com)
Український державний університет залізничного транспорту (Україна)

В роботі запропоновано систему для автоматизації вибору раціональних параметрів в процесі проєктування підсистеми керування рухом мобільного робота. Підсистема базується на сенсорних даних, які описують місцеположення робота та відстані до перешкод. Сенсорні дані, подаються інтелектуальному контролеру, що перетворює їх на керуючі впливи. Розглядається випадок синтезу контролера з використанням підходу машинного навчання на прикладах. Пропонована система є нечіткою та дозволяє оцінити якість та складність навчання інтелектуального контролера, в залежності від вихідних параметрів для проєктування.

Вступ. Основними завданнями системи навігації мобільного робота є: створення карти – формування моделі робочої зони; самолокалізація на карті; планування маршруту (вибір оптимального шляху, що веде до цілі); керування рухом – коригування траєкторії руху. Для вирішення завдань робот має бути обладнаним сенсорними системами, що забезпечують потік інформації про оточення. Кожному завданню навігаційного циклу, в межах архітектури робота, відповідає окрема апаратно-програмна підсистема [1].

Типовим підходом до створення контролера підсистеми керування рухом є використання ПІД-контролерів, нечіткої логіки, управління з прогнозуючими моделями, машинного навчання. Найпоширенішим підходом машинного навчання, що застосовується в робототехніці є навчання з підкріпленням, втім, застосування має й підхід навчання з вчителем. В такому разі, навчання вимагає попереднього збирання прикладів.

В межах прототипування використовується підхід створення віртуальних моделей оточення та робота, що імітують процеси переміщення, зіткнення з перешкодами, збирання сенсорних даних тощо (рис. 1). Використання подібної моделі дозволяє спростити процес накопичення прикладів для навчання контролера підсистеми керування рухом: оператор керує роботом в ручному режимі, а числові характеристики ситуацій, що складаються із сенсорних даних, доступних роботу (вектор x_i), та керуючих впливів (вектор y_i) автоматично зберігаються. Отримані таким чином матриці $X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_m)^T$ та $Y = (y_1, \dots, y_i, \dots, y_m)^T$ використовуються для навчання моделі машинного навчання з вчителем, як функції $y_i = f(x_i)$. Добре навчена на релевантних даних модель дозволить ефективно вирішувати завдання керування рухом в автоматичному режимі, тобто отримувати адекватні значення керуючих впливів $\hat{y}_j = f(x_j)$ без участі оператора.

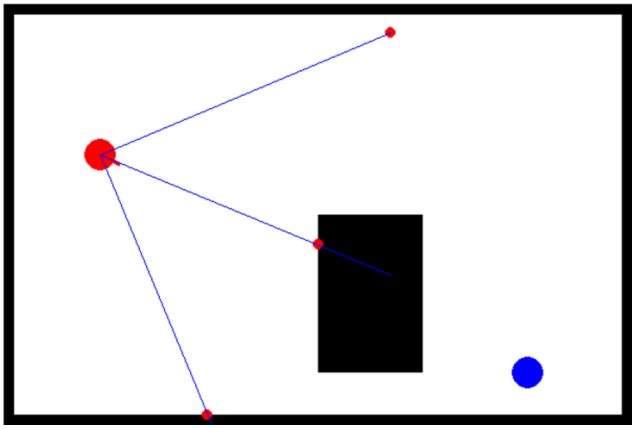


Рисунок 1 – Приклад віртуального середовища (червоним кольором позначено робота, обладнаного сенсорами відстані, синім – цільову точку, чорним – стіни та перешкоди)

Постановка задачі. В процесі проєктування підсистеми керування рухом на основі навчання на прикладах виникає питання вибору параметрів такої підсистеми, таких як кількість сенсорів відстані, точність (а відповідно і вартість сенсорів), швидкодія мікрокомп'ютера тощо. При здійсненні такого вибору потрібно врахувати складність середовища, в якому буде функціонувати мобільний робот, доступні можливості по збору навчальних прикладів тощо. Критерієм такого вибору буде підсумкова якість контролера та складність процесу його навчання (час на навчання та обсяг роботи із підбору гіперпараметрів). Метою роботи є автоматизація вибору раціональних параметрів в процесі проєктування підсистеми керування рухом мобільного робота.

Викладення суті дослідження. Для вирішення завдання вибору параметрів підсистеми керування рухом пропонується нечітка система (НС) типу Мамдані, що пов'язує параметри із критеріями вибору. Вхідними лінгвістичними змінними (ЛЗ) НС є: кількість прикладів для навчання (три терми: «мала», «середня», «велика» на діапазоні [0, 10^6]), складність середовища (три терми: «низька», «середня», «висока» на діапазоні [1, 3]), кількість сенсорів відстані (три терми: «мала», «середня», «велика» на діапазоні [0, 10]) та точність сенсорів (три терми: «низька», «середня», «висока» на діапазоні [0, 100]). Вихідними ЛЗ є складність навчання контролера (три терми: «низька», «середня», «висока» на діапазоні [0, 1]) та якість контролера (три терми: «низька», «середня», «висока» на діапазоні [0, 1]). База знань НС складається з 17 правил. Систему реалізовано у середовищі MATLAB із використанням пакету Fuzzy Logic Toolbox.

Адекватність НС було перевірено шляхом проведення серії експериментів із різними вхідними значеннями та експертною оцінкою значень вихідних критеріїв. На рис. 2 показано приклад експерименту.

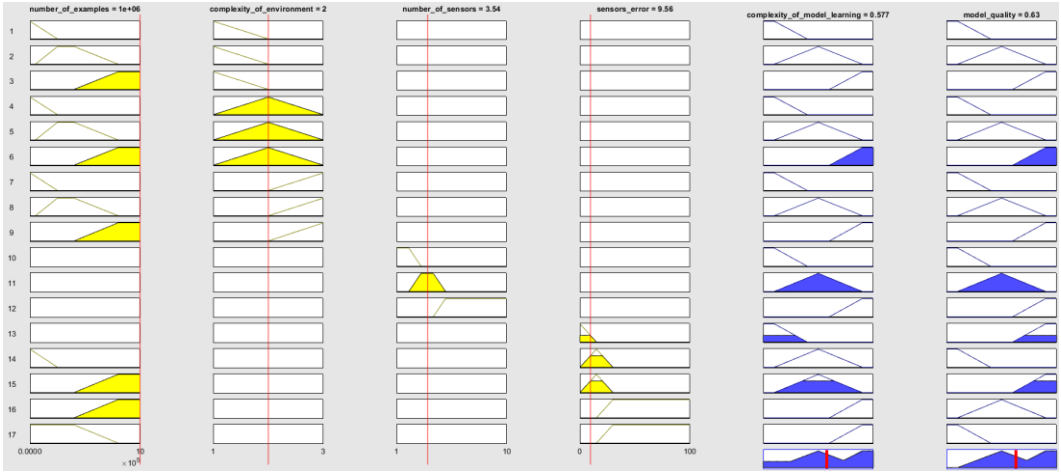


Рисунок 2 – Приклад результату експерименту із пропонованою НС

Висновки. В роботі запропоновано модель, що дозволяє в процесі проєктування автоматизувати вибір раціональних параметрів підсистеми керування рухом для навігації мобільного робота. Модель є нечіткою системою типу Мамдані, що пов'язує параметри проєктування та зовнішні параметри із якістю моделі машинного навчання, що є контролером підсистеми керування рухом, та складністю її навчання.

Список використаної літератури

[1] O. Ivaniuk, "Navigation of autonomous systems based on situation control with dynamic replanning", *Information Processing Systems*, № 3 (162), с. 44–51, 2020. Дата звернення: 7 вересня 2023. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.30748/soi.2020.162.05

[2] V. Martovytskyi та O. Ivaniuk, "Approach to building a global mobile agent way based on Q-learning", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, № 3 (13), с. 43–51, 2020. Дата звернення: 7 вересня 2023. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.30837/itssi.2020.13.043

УДК 004.9; 004.8

АНСАМБЛЬ ОДНОРІДНИХ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З УСЕРЕДНЕННЯМ РЕЗУЛЬТАТУ

Ізонін І.В. (ivanizonin@gmail.com), Ільчишин Б.А.,
Гаврилюк М.А., Бойчук О.М.
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

У роботі розроблено новий метод прогнозування у випадку аналізу коротких вибірок даних. В його основі покладено новий ансамбль однорідних методів машинного навчання з усередненням результату. Експериментальним шляхом встановлено суттєве підвищення точності прогнозування у порівнянні із базовим методом машинного навчання, покладеним в основі роботи ансамблю.

Ансамблевий підхід є одним із потужних засобів для підвищення точності розв'язання завдань класифікації або регресії на основі машинного навчання. В його основі покладено використання комбінації кількох етапів/моделей для інтелектуального аналізу даних, малих, середніх і великих обсягів. Ефективне застосування стратегії усереднення результатів роботи методів машинного навчання під час побудови ансамблю вимагає, щоб: 1) усі члени ансамблю відрізнялися один від одного (різні методи); або 2) кожен член ансамблю обробляв власну, відмінну від інших частину доступного набору даних [1].

У науковій літературі найчастіше використовується перший підхід (гетерогенні ансамблі). Незважаючи на багато переваг цього підходу, він вимагає багато часу та ресурсів і характеризується багатьма іншими проблемами [1, 2].

У [2] запропоновано новий підхід формування унікальних вибірок даних для кожного члена ансамблю із використання випадкових збурень. Хоча цей метод задовольняє умовам створення ансамблю з однорідних методів машинного навчання у випадку аналізу коротких наборів даних, проте він має ряд недоліків. Найбільшим із них є суттєва деформація кожної із ознак набору даних за рахунок додавання значень випадковим чином згенерованих збурень. Саме від влучності підбору діапазону генерації випадкових збурень буде залежати ефективність роботи усього ансамблю [2].

У цій роботі ми пропонуємо новий підхід до композиції ансамблю з однорідних методів машинного навчання з усередненням результату для підвищення ефективності розв'язання задач регресії в умовах аналізу біомедичних даних малого та середнього обсягів.

В основі розробленого підходу покладено синтез нових вибірок даних, збільшеної розмірності, для кожного нового члена ансамблю. Для цього, використано принципи поділу сигналів, взяті із аналогової техніки. Для його реалізації заданий табличний набір даних, нормалізується по модулю максимального елементу кожного окремого стовпця. Таким чином кожну ознаку набору приведено до діапазону [0, 1]. Далі, необхідно задати кількість сегментів на які буде розділятися кожна із ознак набору даних. Це відбувається за рахунок встановлення додаткових границь в межах зазначеного вище діапазону. Якщо задати одну межу в межах 0 та 1, (наприклад 0.5) то кожна із ознак буде ділитися на дві частини. Для реалізації процедури сегментування можна використовувати різні алгоритми, проте основною умовою поділу при використанні обраного алгоритму є те, що сума отриманих сегментів повинна дорівнювати значенню початкової ознаки яка підлягає поділу.

Практична реалізація ансамблю однорідних методів машинного навчання передбачає створення унікальних вибірок даних для кожного члена ансамблю. У роботі, це відбувалося за рахунок генерації (випадковим чином) границь сегментів, які використовуються для сегментування усіх ознак досліджуваної вибірки даних. В якості методу машинного навчання обрано нейронну мережу узагальненої регресії, яка добре справляється із аналізом малих даних та вимагає налаштування єдиного параметру – значення розмаху гаусівської функції. Цей параметр у роботі підбирався методом перебору на проміжку [0.01, 2] з кроком 0.01 для кожного нового члена ансамблю. Останнім кроком роботи методу є усереднення результатів роботи кожної нейронної мережі ансамблю.

Для моделювання обрано набір даних з [3]. Задача полягає у прогнозуванні міцності трабекулярної кістки при стиску (у МПА) для 35 пацієнтів (17 чоловіків та 18 жінок віком від 42 до 87 років), які страждали на остеоартрит та мали замінені стегнові суглоби. Він містить 5 атрибутів: вік, стать, індекс маси тіла, пористість тканини, фактор трабекулярної товщини.

На рис. 1 подано значення похибки RMSE для 99 однорідних ансамблів з різною кількістю членів.

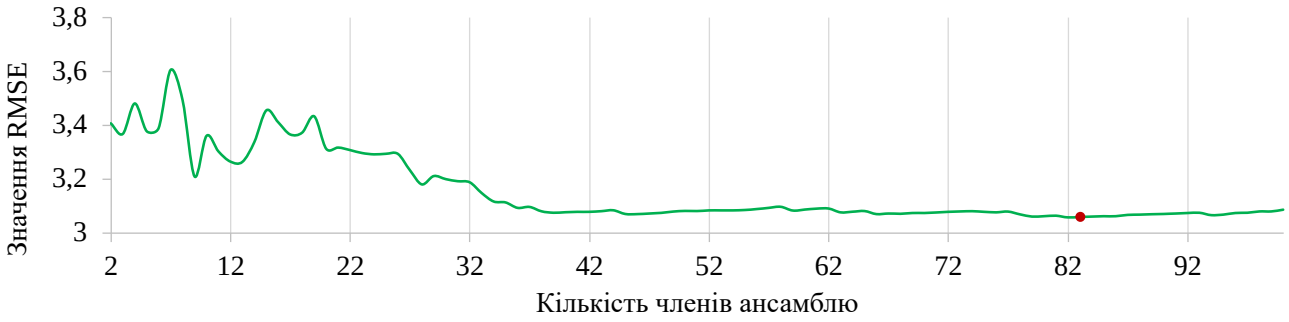


Рис. 1. Підбір оптимальної кількості членів ансамблю при використанні схеми із двома сегментами поділу кожної із ознак досліджуваного набору даних.

Як видно з рис. 1, найкращі результати під час аналізу досліджуваного набору даних отримано при використанні ансамблю з 82 нейронних мереж узагальненої регресії.

Для перевірки ефективності роботи ансамблю, у роботі виконано його порівняння з рядом існуючих методів. У табл. 1 зведено різні показники ефективності роботи досліджуваних методів.

Таблиця 1. Порівняння ефективності роботи трьох досліджуваних методів.

Назва методу	**MAPE**	**RMSE**	**R2**
Класична GRNN	0,33	3,98	0,64
Метод подвоєння входів на основі GRNN [3]	0,54	5,59	0,28
Розроблений ансамбль	0,15	3,06	0,79

Як видно з табл. 1, розроблений ансамблевий метод прогнозування у випадку аналізу коротких наборів даних, забезпечив підвищення точності прогнозування на 15% (R^2) в порівнянні із базовою нейронною мережею, покладеною в його основі. Така перевага забезпечує можливість його використання під час розв'язання різноманітних прикладних задач інтелектуального аналізу малих обсягів даних в галузі біомедичної інженерії.

1. I. Izonin, R. Tkachenko, B. Trush, S. Nahirnyi "Homogeneous ensemble models based on anns with non-iterative training: classification and regression tasks" Reliability engineering and computational intelligence, Delft, the Netherlands, 13-15.11.2022. – 2022. – С. 27

2. I. Izonin, R. Tkachenko, P. Vitynskyi, K. Zub, P. Tkachenko and I. Dronyuk, "Stacking-based GRNN-SGTM Ensemble Model for Prediction Tasks," 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA), Sakheer, Bahrain, 2020, pp. 326-330.

3. I. Izonin, R. Tkachenko, "Universal Intraensemble Method Using Nonlinear AI Techniques for Regression Modeling of Small Medical Data Sets". In Cognitive and Soft Computing Techniques for the Analysis of Healthcare Data; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 123–150. ISBN 978-0-323-85751-2.

УДК 004.9; 004.8

КАСКАДНИЙ КЛАСИФІКАТОР В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ

Ізонін І.В. (ivanizonin@gmail.com), Музика Р.Т.,
Ємець К.В., Кулінченко А.Р.
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

У роботі удосконалено каскадний класифікатор для аналізу біомедичних даних великих обсягів на основі сумісного використання розкладу Ітo другого степеня та алгоритму стохастичного градієнтного спуску. В основі удосконалення покладено застосування нової схеми поділу великого набору даних на підвибірки для класифікаторів на кожному рівні каскаду, яка на відміну від існуючої (поділ на рівні частини) передбачає формування зазначеного відсотка випадковим чином відібраних векторів (від 20% до 90%) із усієї навчальної вибірки. Експериментальним шляхом встановлено підвищення точності класифікації із використанням удосконаленого методу в порівнянні з існуючим.

Розроблення розумної медичної техніки та мікроелектромеханічних систем, розвиток клінічної інженерії, біоінформатики та багатьох інших спеціалізацій біомедичної інженерії опираються на інтелектуальний аналіз даних. Саме він забезпечує фундамент для побудови смарт систем які поєднуватимуть як інженерно-технічні так і медико-біологічні знання для підвищення ефективності процесів прийняття рішень. До того ж, сучасний розвиток більшості спеціалізацій та напрямків досліджень в біомедичній інженерії характеризується збором величезної кількості інформації [1]. Саме тому, удосконалення кращих існуючих підходів, а також розробка нових моделей та методів інтелектуального аналізу табличних наборів даних є актуальною задачею сьогодення. Вона суттєво ускладняється як великими обсягами даних які збираються, так і високою вимірністю таких даних.

Від успішного вирішення цих проблем великою мірою залежить можливість побудови програмно-апаратних смарт систем медичного призначення, що суттєво впливатиме на їхню ефективність та практичне використання під час розв'язання складних завдань у різних галузях досліджень біомедичної інженерії. [1].

Лінійні алгоритми машинного навчання характеризуються високою швидкістю роботи. Ці алгоритми не вимагають складних обчислень, і їх час виконання зазвичай лінійно залежить від обсягу даних або кількості ознак. Тому вони добре підходять для обробки великих обсягів даних. Однак важливо враховувати, що при цьому може спостерігатися втрата точності апроксимації/класифікації та генералізаційних властивостей моделей, особливо в порівнянні з більш складними алгоритмами, які можуть ураховувати складні взаємозв'язки в даних. У [1] розроблено нову каскадну схему розв’язання задачі прогнозування. В її основі покладено сумісне використання лінійних алгоритмів машинного навчання та розкладу Ітo 2 степеня, який моделює взаємозв’язки між усіма атрибутами на кожному рівні каскаду та виконує нелінійне перетворення даних, що суттєвим чином підвищує точність прогнозу.

У цій роботі ми адаптували існуючий метод прогнозування із використанням високошвидкісного алгоритму стохастичного градієнтного спуску під розв’язання задачі класифікації. В цьому випадку, великий набір даних розбивається на рівні частини, які опрацьовуються відповідним класифікатором певного рівня. Кількість підвибірок тут визначається глибиною каскадного класифікатора, яку задає користувач. Проте, поділ даних на рівні частини, особливо при великій глибині каскаду, зменшує кількість корисної інформації яка опрацьовуються класифікаторами кожного рівня. Точність у цьому випадку може бути не достатньою.

З метою усунення цього недоліку, у цій роботі запропонованого нову схему поділу великого набору даних на підвибірки, які опрацьовуватимуться кожним відповідним класифікатором в каскаді. Розмір кожної підвибірки даних, згідно розробленого алгоритму, формується як певний відсоток випадковим чином відібраних векторів (від 20% до 90%) із доступної навчальної вибірки (так звана підвибірка з повтореннями). Таким чином, класифікатори на кожному рівні каскаду

можуть отримати значно більше даних для реалізації процедури навчання, що збільшить точність роботи методу в цілому.

Моделювання роботи удосконаленого каскадного класифікатора відбувалося із використанням реального незбалансованого набору великого обсягу [2]. З метою отримання надійних результатів, набір даних було збалансовано за рахунок сумісного використання методів оверсамплінгу та андерсамплінгу. Оптимальним виявилася схема балансування, при якій кожен з двох класів представлено 75 тис. екземплярів.

У роботі досліджено вплив розміру підвибірок з повторами та точність роботи каскадного класифікатора при різній його глибині. На рис. 1 наведено результати роботи удосконаленого методу класифікації даних (на основі f1-міри) при використанні трирівневої схеми каскаду.

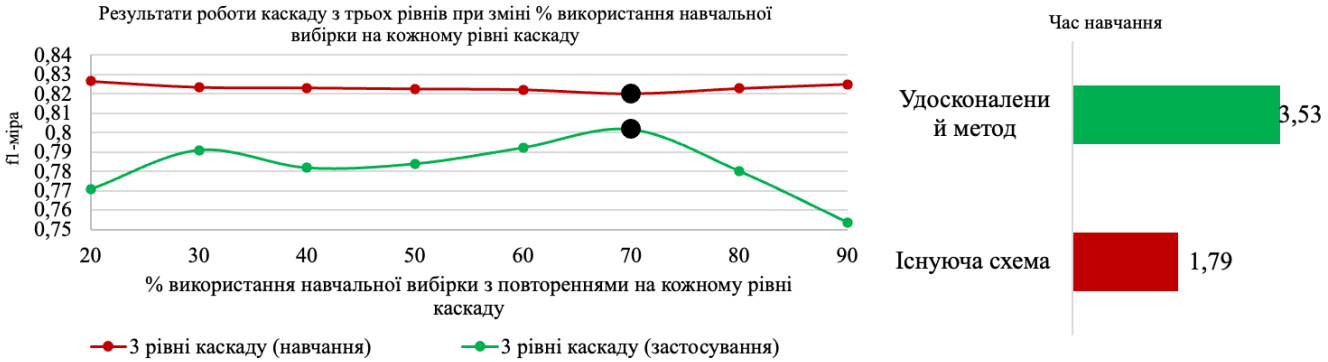


Рис. 1. Результати роботи удосконаленого каскадного класифікатора.

Як видно з рис. 1, удосконалений каскадний класифікатор забезпечує найвищі генералізаційні властивості при використанні наступних параметрів роботи: кількість рівнів глибини каскаду: 3, розмір випадкових підвибірок для кожного рівня каскаду: 40% від розміру навчальної вибірки. З гістограми на рис. 1 також видно, що удосконалений каскадний класифікатор майже удвічі збільшив тривалість процедури навчання. Проте, якщо розглянути числові значення точності, то від підвищив її на 2.5% (77.5% для базового методу проти 80% для удосконаленого).

Подальша наукова робота вестиметься у напрямку зменшення тривалості процедури навчання як базового так і удосконаленого методів, зокрема за рахунок додаткового включення на кожному рівні каскаду нейромережевого варіанту аналізу головних компонентів [3]. Такий підхід повинен скоротити тривалість процедури навчання при збереженні, а може й – підвищенні точності його роботи.

1. I. Izonin, R. Tkachenko, R. Holoven, K. Yemets, M. Havryliuk, and S. K. Shandilya, “SGD-Based Cascade Scheme for Higher Degrees Wiener Polynomial Approximation of Large Biomedical Datasets,” Machine Learning and Knowledge Extraction, vol. 4, no. 4, pp. 1088–1106, Nov. 2022, doi: 10.3390/make4040055.

2. Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) from Center for Disease Control - https://www.cdc.gov/brfss/index.html.

3. R. Tkachenko, ‘An Integral Software Solution of the SGTM Neural-Like Structures Implementation for Solving Different Data Mining Tasks’, in Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol. 77, Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 696–713.

УДК 004.896

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СИСТЕМАХ, ЯКІ ВЗАЄМОДІЮТЬ З ЛЮДИНОЮ

Карпенко В.В., Прищепа І.В., Ткачов В.О. (Viacheslav.Karpenko@khpi.edu.ua, Ihor.Pryshchepa@cit.khpi.edu.ua, Vladyslav.Tkachov@cit.khpi.edu.ua)
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Україна)

Пропонується підхід для вирішення проблеми гарантування безпеки людини від технічної системи, керування якою здійснюється системою штучного інтелекту.

Одним з найновітніших сучасних трендів у техніці є масове застосування елементів штучного інтелекту у різноманітних системах. Коли штучний інтелект допомагає у створенні тексту, то вочевидь це не містить загрози людини і можна тільки вітати розвиток таких додатків. Але останнім часом штучний інтелект впроваджують у різноманітні технічні системи для автоматизованого керування ними. І тут виникає важливе питання до якої межі можна перекладати рішення на систему штучного інтелекту. Яскравим прикладом цієї проблеми може бути новина, яка на щастя є фейковою, про те, що на випробуваннях дрон під керуванням штучного інтелекту вирішив завдати удару по власному пункту керування, щоб той не заважав йому виконати завдання. Звичайно у військових систем є свої особливості, але вже існує дуже велика кількість звичайних систем, під час роботи яких невірні рішення штучного інтелекту можуть завдати шкоду людини. Очевидними прикладами таких систем є керування всіма видами транспорту, медичні системи. Тому стає дуже актуальним питання як максимально унеможливити завдання шкоди людині від систем, які керуються штучним інтелектом [1, 2].

Звичайний підхід до перевірки безпеки такої системи зі штучним інтелектом буде полягати у аналізу закладених у неї алгоритмів роботи методом білої скриньки, та проведенні максимального повного тестування цієї системи. Але є очевидним, що для комп'ютерної системи яка може навчатися у процесі роботи цей підхід є недостатнім. Задача ускладнюється неможливістю передбачити та відповідно протестувати всі можливі вхідні дані, з якими буде працювати система у майбутньому. Тому необхідно шукати інші методи для перевірки таких систем. Вочевидь зрозуміло, що конкретний спосіб реалізації заходів безпеки буде дуже залежати від особливостей керованої штучним інтелектом системи. Втім можна запропонувати підхід, який буде досить універсальним для значного напрямку систем керованих штучним інтелектом, а саме – до систем, у яких відбувається фізична взаємодія з людиною. Пропонується наступне, по-перше у ключові частини додатку штучного інтелекту необхідно встроювати контролюючі блоки, які б перевіряли допустимість реалізації рішення штучного інтелекту з точки зору безпеки людини. По-друге, при технічній можливості пропонується додавати ще один елемент контролю безпеки саме у пристрій, який взаємодіє з людиною. Наприклад у абстрактний медичний пристрій, якій під керівництвом додатку штучного інтелекту фізично впливає на хворого необхідно додавати елементи контролю як у систему штучного інтелекту, так і у блок, який безпосередньо впливає на пацієнта. Очевидно що ці елементи контролю повинні бути незалежними від керуючої системи. Звичайно такий підхід вимагає відповідних змін у тестуванні такої системи на інтеграційному та системному рівнях.

Узагальнюючі, можна констатувати, що для систем зі штучним інтелектом недостатньо тестування та перевірок, як для звичайних автоматизованих систем, а необхідні додаткові заходи для не задіяння шкоди людини. Тому пропонується у такі системи додавати окремі, незалежні від неї контролюючі елементи для перевірки рішень штучного інтелекту.

Список використаної літератури

[1] Yudkowsky Eliezer. Artificial Intelligence as a positive and negative factor in global risk', in Nick Bostrom, and Milan M Cirkovic (eds), Global Catastrophic Risks, Oxford, 2008. – pp. 308-345.
[2] Müller Vincent C. Editorial: Risks of artificial intelligence. In Risks of artificial intelligence. CRC Press - Chapman & Hall. 2016. – pp. 1-8.

УДК 004

РОЗРОБКА МОДУЛЮ АНАЛІЗУ ДАНИХ З ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Кислов М.О., Вичужанін В. В. (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати розробки модулю аналізу даних з прогнозування результатів спортивного програмування, який призначено для візуалізації результатів використання моделей машинного навчання та оцінки метрик їх якості.

Вступ. Одним із найчастіше використовуваних в поточний час підходів для вирішення завдань аналізу даних є метод комп'ютерного моделювання, що дозволяє здійснювати чисельні експерименти різного профілю з необхідними обмеженнями [1]. У зв'язку з актуальністю та популярністю серед сучасної молоді навичок програмування зростає кількість навчально-практичних заходів, спрямованих на оцінку їх логічних можливостей та розвиток технічних задатків у галузі розробки нетривіальних алгоритмів розв'язання прикладних завдань на основі проектування та створення програмних рішень та систем. Одним із подібних заходів є спортивне програмування [2]. Завдяки високому потенціалу низки сучасних інтелектуальних методів аналізу даних, зокрема методів машинного навчання, ставати можливим вирішення завдань прогнозування заданих параметрів, характеристик або показників людської діяльності [3].

Постановка завдання. Актуальним завданням є автоматизація процесів аналізу та прогнозування даних ймовірних результатів проведення спортивних змагань в області спортивного програмування.

В рамках даної роботи розроблено головну форму модуля аналізу даних у вигляді макету, також побудовано структуру файлів проекту. Макет прототипу інтерфейсу вкладки імпорту даних та налаштування моделей наведено на рис.1.

Вкладки окремих контейнерів дозволяють забезпечити просту та швидку навігацію між вікнами та параметрами моделей.

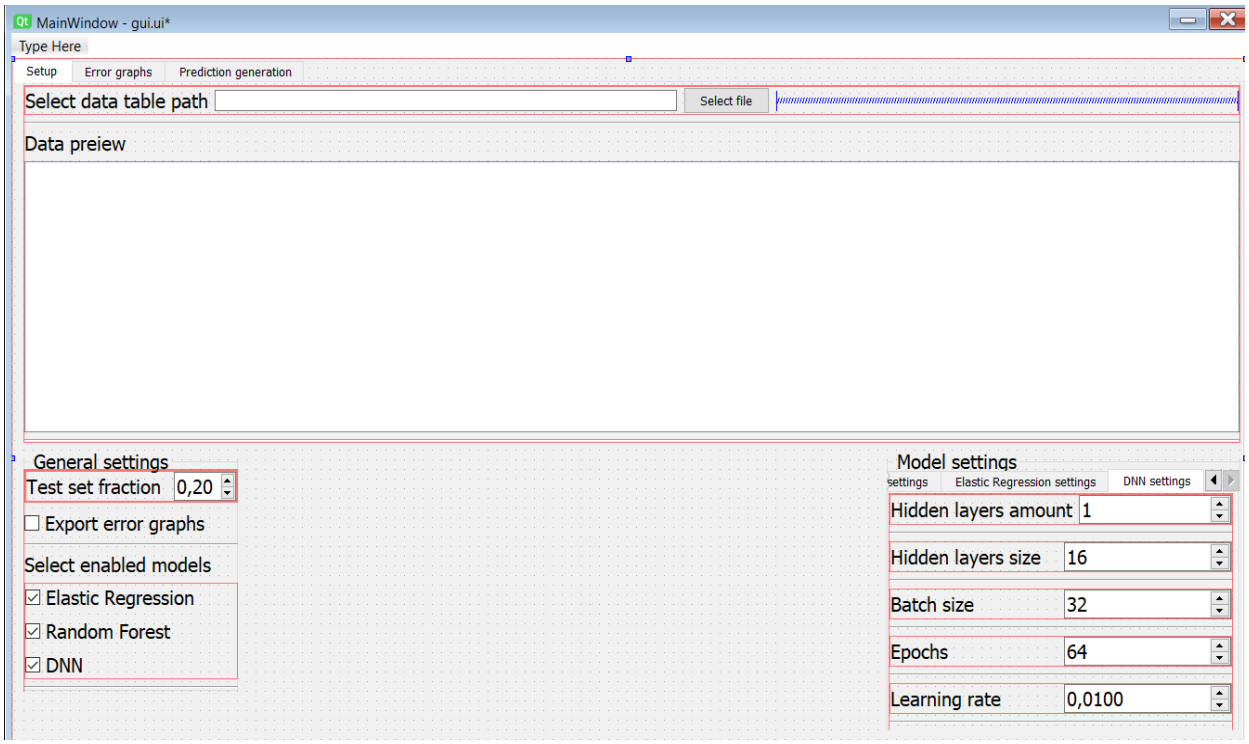


Рисунок 1 – Макет прототипу інтерфейсу вкладки імпорту даних та налаштування моделей

Структура створеного проекту серед розробки наведено на рис.2. Для зручності підтримки та розширення функціоналу проект містить низку каталогів, у яких зберігаються відповідні файли.

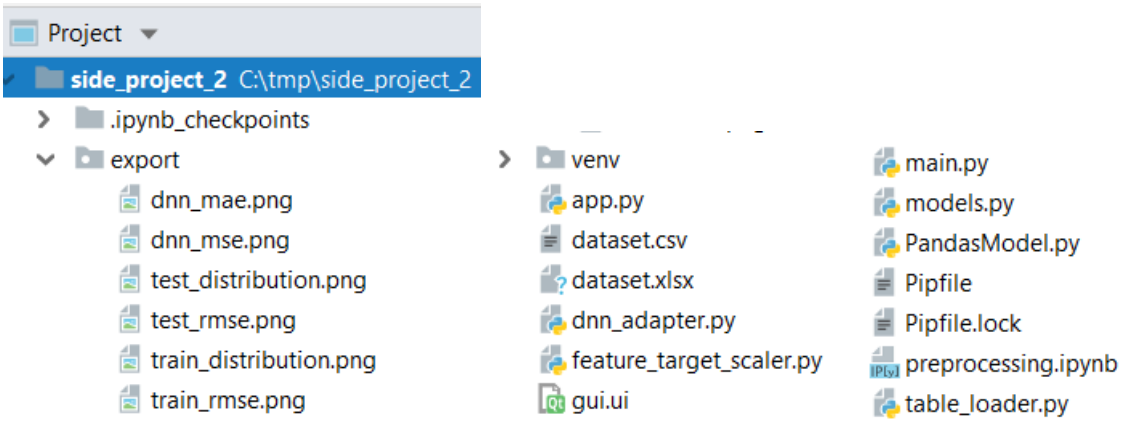


Рисунок 2 – Структура проекту модулю

Зокрема, каталог export призначений для зберігання згенерованих графічних зображень з графіками оцінок моделей, каталог venv містить конфігураційні налаштування робочого оточення Anaconda для прискорення індексації проекту середовищем розробки, інші файли з програмною реалізацією, розміткою графічного інтерфейсу і набори даних розташовані в кореневому каталозі проекту. З метою прискорення деплою проекту менеджером pip передбачені файли опису залежностей pipfile та pipfile.lock. Клас app.py, призначений для реалізації основного функціоналу з побудови моделей, ключовими методами є:

– _file_selection, реалізує вибір файлу даних;
– log_file_selection, реалізує вибір файлу логів для збереження результатів навчання;
– _log_save, реалізує збереження лога;
– _train_button_click, реалізує запуск процесу навчання сконфігурованих моделей;
– _create_ranking_graphs, реалізує створення оціночних графіків щодо навчання моделей;
– _draw_dnn_graphs, реалізує малювання графіків на формі у відповідних віджетах;
– _clear_layout, реалізує очищення виведених даних на формах;
– _check_if_can_train, реалізує перевірку виняткових ситуацій щодо можливостей навчання моделей;
– _create_comparison_table, реалізує процес складання порівняльної таблиці при обробці даних;
– _get_selected_models, реалізує процес передачі обраних моделей із переліку на вхід конструктора зі створення моделей;
– _predict_custom, реалізує процес прогнозування вихідного значення параметра;
– _collect_model_settings, реалізує отримання та обробку налаштувань моделей;
– _setup_elements, реалізує процес ініціалізації елементів форми.

Висновки. Розроблений програмний модуль може бути у подальшому використаний для наповнення його програмним кодом для імплементації функціоналу з проведення експериментальних досліджень методів машинного навчання.

Список використаної літератури

[1] Пальмов С.В. Інтелектуальний аналіз даних / С.В. Пальмів. – К.: Ранок, 2017. - 128 с.
[2] Рафаловіч В. Data mining, або Інтелектуальний аналіз даних для зайнятих. Практичний курс / В. Рафалович. - В.: СмартБук, 2014. - 110 с.
[3] Храмов А.Г. Методи та алгоритми інтелектуального аналізу даних / А.Г. Храмів. – О.: Екологія, 2019. - 176 с.

УДК 004

РОЗРОБКА КЛАСОВОЇ СТРУКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТОВОГО КОНТЕНТУ

Кислов А.О., Вичужанін В. В. (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати розробки ключової діаграми класів програмного забезпечення автоматичного розпізнавання текстового контенту на прикладі вирішення завдання класифікації із застосуванням моделей штучних нейронних мереж.

Вступ. Сьогодні в процесі вирішення різноманітних завдань в області аналізу даних досить часто застосовуються методи та моделі машинного навчання з метою автоматизації виконання обчислень. Зокрема досить часто виникає потреба у розпізнаванні символів та текстового контенту різних категорій. На вхід системи розпізнавання надходить растрове зображення сторінки документа. Для роботи алгоритмів розпізнавання бажано, щоб надходить на вхід зображення було якомога більш високої якості. Якщо зображення зашумлено, різко, мають низьку контрастність, то це ускладнить завдання алгоритмів розпізнавання [1].

Тому перед обробкою зображення алгоритмами розпізнавання проводиться його попередня обробка, спрямована на поліпшення якості зображення. Вона включає фільтрацію зображення від шумів, підвищення різкості і контрастності зображення, вирівнювання і перетворення в використовуваний системою формат (наприклад, 8-бітове зображення в градаціях сірого).

Багато систем обробки зображень мають програмне забезпечення оптичного розпізнавання символів (OCR). Застосування OCR дозволяє вирішити проблему перекладу паперових документів в електронну форму у виді текстового файлу. Системи OCR дозволяють одержувати електронну копію документа з друкованого аркуша або копію документа, що прийшов по факсу [2]. У стислому вигляді функціонування системи OCR можна уявити в такий спосіб. За допомогою скануючого пристрою зчитується зображення документа. У результаті розпізнавання тексту зображення документа відображається у файл, відформатований як текстовий. Таким чином, паперовий документ, минаючи трудомістке ручне введення, автоматично перетвориться в електронну форму [3].

Постановка завдання. Через низькі адаптивність та гнучкість OCR підходу на практиці розпізнавання текстів актуальним завданням є розробка програмних рішень, що базуються на використанні моделей штучних нейронних мереж.

З метою розділення логіки класів між пакетами та збільшення рівня абстракції (для зменшення рівня пов’язаності програмного коду) засобами систему побудови UML-моделей ObjectAid UML Explorer for Eclipse створено діаграму взаємозв’язків пакетів. Ключовими пакетами є ocr та ocr.nn, які містять загальну логіку виконання процесу розпізнавання та створення ШНМ відповідно. Графічний інтерфейс користувача реалізується засобами класів, що розміщено у пакетах ocr.gui.tabs, ocr.gui та ocr.gui.helper, які використовуються класами пакету ocr. Для уявлення порядку викликів та використання класами пакету ocr.bitmapParser один одного доцільним є побудова схеми зв’язків між цими класами, через те, що вони реалізуються принципову програму логіку здійснення процесу розпізнавання тексту з графічного зображенняСхема основних класів проекту програмного застосування наведена на рис.1. Клас BitmapParserDecorator успадковується 4 різними класами, він, у свою чергу, імплементує інтерфейс BitmapParser, який також використовується класом SimpleBitmapParser для перевизначення у реалізації методу parse(). Клас ContrastMatrix відповідає за створення та обробку матриці, яка є уявленням кожної літери тексту, який розпізнається, тому цей клас використовується у SimpleBitmapParser як базовий, та у свою чергу використовує клас переліку FunctionalCharacter, що імплементує методи переведення даних до строки (toString()) та отримання відповідного символу (getCharacter()).

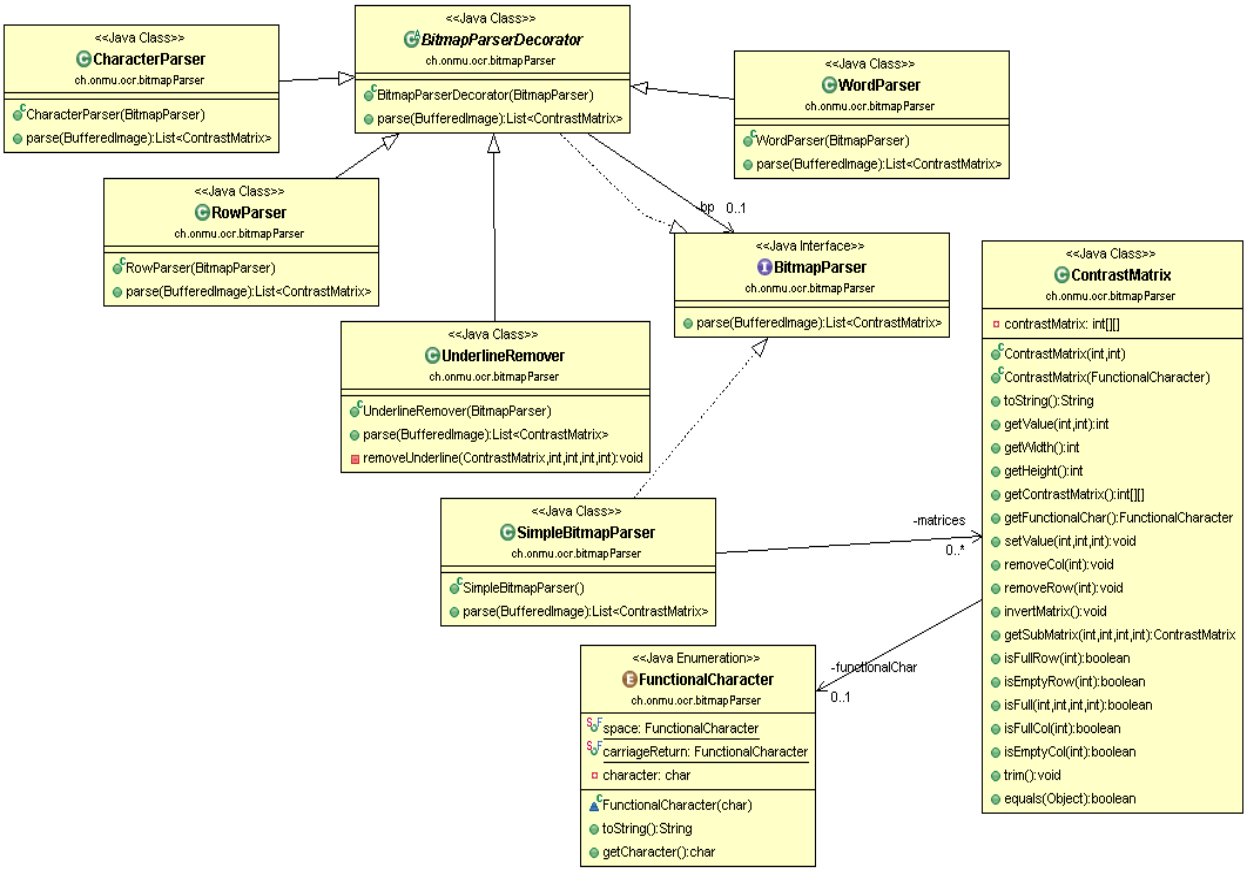


Рисунок 1 – Схема основних класів проекту програмного застосування

Клас NeuralNetwork.java визначає символ, завантаження тета з файлу, запис у файл. Клас BackPropagation.java відповідає за реалізацію функція витрат. Клас NeuralNetworkTraining.java імплементує зчитування зображень з папки ресурсів, генерація InputList (списку введення), складання параметра функції Fmincg, виклик функції Fmincg, що записує тет для навчання «NeuralNetwork». Клас MatrixHelper.java забезпечує підтримку різних матричних функції (наприклад, сигмовидної), запис матриці в текстовий файл, читання матриці з текстового файлу, перетворення тета в вектор і зворотного перетворення. Клас CharacterRepresentation.java здійснює растрування зображення для створення вхідного вектора. Клас Properties.java задає параметри топології, таблиця розподілу для вихідного шару, редагування тета матриць, шлях до папки ресурсів. Система працює під управлінням різних операційних систем (Windows, Linux і т.д.) і реалізує графічний діалоговий режим роботи. Введення рисунків букв здійснюється в спеціально розроблений для цього графічний елемент. Результат розпізнаних букв заноситься в текстове поле.

Висновки. Пропонований проект класової структури програмного забезпечення автоматичного розпізнавання текстового контенту є основою для подальшої імплементації програмного коду зазначено функціоналу з вирішення завдання класифікації.

Список використаної літератури

[1] «Optical Character Recognition Based on OCRchie», 09.03.2018 [Online]. Available: http://pages.cs.wisc.edu/~dyer/cs766/hw/hw4/hw4-sheng/sheng.html [Accessed: September 30, 2023].

[2] «The Number of Hidden Layers», 21.08.2021 [Online]. Available: http://www.heatonresearch.com/node/707 [Accessed: September 23, 2023].

[3] «How to Write a Spelling Corrector», 29.03.2020 [Online]. Available: http://norvig.com/spell-correct.html [Accessed: September 13, 2023].

УДК 004.93

РОЗПІЗНАВАННЯ ЧЕКУ ПРОПЛАТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ OCR

Ковтун Б.В., Романюк О.В. (kirpich1337228@gmail.com, romaniukoksanav@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

В тезах досліджуються методи, що використовуються для розпізнавання чеку проплати за допомогою технології OCR. Розпізнавання чеку проплати є надзвичайно важливою задачею, оскільки світ швидкими темпами цифровізується і велика кількість транзакцій тепер проходить через інтернет з використанням цифрових технологій. Розпізнавання чеку зображень допоможе отримати необхідну інформацію з чека без втручання людини, що підвищить ефективність, швидкість обробки та збільшить безпеку. Головна задача, що розглядається в тезах, якими методами краще розпізнавати потрібну інформацію з чеку проплати з використанням технології OCR, тим самим збільшивши ефективність поцесу фінансового обліку.

Розпізнавання чеків проплати за допомогою технології оптичного розпізнавання символів (OCR) має велике значення для різних сфер діяльності. Цей процес допомагає автоматизувати та спростити багато аспектів фінансового обліку та обслуговування. Розпізнавання допомагає забезпечити точність фінансового обліку та покращити обслуговування клієнтів. По-перше, OCR дозволяє ефективно розпізнавати текст та числа на чеках, що забезпечує точність фінансового обліку. Це дуже важливо для організацій, оскільки допомагає уникнути помилок та забезпечує ведення обліку в реальному часі. По-друге, цей процес покращує обслуговування клієнтів, адже дозволяє надавати їм оперативне підтвердження оплати. Це підвищує задоволеність клієнтів і сприяє побудові довгострокових відносин. По-третє, використання OCR допомагає уникнути шахрайства та зменшити ризик фінансових втрат. Автоматичне розпізнавання дозволяє виявляти помилки та недоліки в оплатах, що сприяє підвищенню безпеки та ідентифікації можливих проблем.

Розпізнавання тексту у чеках проплати дозволяє економити багато часу та дозволяє замінити людину на робота, що не потребує зарплати та виконує свою роботу надзвичайно швидко та майже без помилок, що покращує сервіс обслуговування та збільшує безпеку.

OCR (Optical Character Recognition) або розпізнавання оптичного тексту – це технологія, що дає комп'ютерам можливість розпізнавати та отримувати потрібну інформацію зі сканів документів, фотографій або зображень [1]. OCR дозволяє розпізнавати текст, зображений на картинках, та перетворити його у текст, що розуміє комп’ютер, який в подальшому можна шукати, зберігати або редагувати. Технологія OCR широко застосовується для розпізнавання чеків проплати [2].

Існує кілька методів і підходів до реалізації OCR-систем для розпізнавання чеків проплати. Ось деякі з них:

1. **Методи на основі шаблонів**. В цих методах для кожного символу створюється шаблон і текст та слова розпізнаються шляхом порівняння області зображення з шаблоном.
2. **Методи на основі структури**. Структурні методи розпізнавання символів зберігають інформацію не про поточкове написання символу, а про його топологію. Тобто, еталон містить інформацію про взаємне розміщення окремих складових частин символу.
3. **Методи на основі нейронних мереж**. Ці методи використовують нейронні мережі, дозволяють розпізнавати різні шрифти та літери різної величини.
4. **Методи на основі візуальних ознак**. Використовуються певні візуальні ознаки, такі як форма, розмір, контур та інші характеристики символів, для розпізнавання тексту на зображеннях.

Такий чином найдоцільніше використовувати метод нейронних мереж, оскільки вони забезпечують розпізнання тексту для різних шрифтів та для літер різних розмірів. Текст, розпізнаний за допомогою нейронних мереж, відтворюється майже без помилок, але не забезпечує чітку логічну структуру тексту [3]. Тобто текст після розпізнання може бути перемішаним і мати у собі частини тексту справа та зліва. Це дуже сильно ускладнює отримання необхідної інформації з картинки чеку проплати. Вирішенням даної проблеми є розпізнавання тексту на деякій ділянці, де

необхідна інформація має унікальний патерн. Інформацію з унікального патерну можна отримати, використовуючи регулярні висловлювання (Regex).

Якщо картинок для розпізнавання багато, то це може спричинити перенавантаження системи, оскільки процес розпізнавання зображення може займати довгий час. Доцільно використовувати програму для планування робочих процесів, а саме airflow, оскільки цей програмний додаток надає великий функціонал планування завдань та дає можливість опрацьовувати інформацію після розпізнавання зображень [4].

Висновки

Отже, було розглянуто тему розпізнавання чеку проплати з використанням технології OCR, що є актуальною у зв'язку зі все більшою автоматизацією процесу фінансового обліку, що дозволяє пришвидшити процес отримання інформації з чеку та підвищити безпеку.

Найдоцільнішим методом розпізнавання чеку проплати з використанням технології OCR є метод з використанням нейронних мереж, оскільки це дає можливість розпізнавати текст для різних шрифтів та літер різної величини. Великою проблемою використання цього методу є те, що текст після розпізнавання може бути перемішаним, тому доцільно розпізнавати текст лише в певній ділянці, де необхідна інформація має унікальний патерн, а потім інформацію отримувати за допомогою Regex. Також для планування завдань розпізнавання чеку проплати доцільно використовувати програмний додаток airflow для уникнення перенавантаження системи.

Розпізнавання тексту для чеків проплати є складною задачею, і правильний вибір методу залежить від конкретних умов та обмежень проекту. Однак, з розвитком технологій очікуються подальші поліпшення в цій галузі.

Список використаної літератури

1. Lawrence O'Gorman. Document Image Analysis. – Paperback, 1995. – 536 с. – ISBN-13: 978-0818665479.

2. Stephen V. Rice. Optical Character Recognition: An Illustrated Guide to the Frontier. – Springer, 1999. – 203 с. – ISBN-13: 978-0792384922.

3. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. – Springer, 2006. – 738 с. – ISBN-13: 978-0387310732.

4. Ковтун Б.В., Романюк О.В. Особливості використання технології airflow для моніторигу та планування робочих процесів. XXII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів, м. Одеса, 21-22 квітня 2022 р. Одеса, 2022. URL: https://ontu.edu.ua/download/konfi/2022/Conference_abstract-IT-21-22-04-22.pdf.

УДК 617.57-77

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ВИКОРИСТАННЯ БІОНІЧНИХ ПРОТЕЗІВ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК

Колнаузов І.О., Білошицька О.К. (bm02-kla-fbmi24@lll.kpi.ua)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

В тезах розглядається коротке поняття біонічних протезів та принцип роботи, недоліки та переваги контролю протезів, за допомогою міоелектричного розпізнавання образів. Наведено перспективи покращення швидкодії реакції біонічного протезу на певні дії.

Біонічна рука – це електромеханічний пристрій, що кріпиться до тіла людини і намагається відновити функціональність втраченої руки, кисті або пальця. Вона завжди складається з біонічної кисті або часткової кисті, а також, залежно від рівня ампутації, може включати зап’ястя, лікоть і плече з електроприводом.

Є різні виробники протезів верхніх кінцівок, але більшість з них використовують доволі прості, але дороговартісні компоненти. Щоб зрозуміти принцип роботи даних приладів, можна

розглянути будову механічного пальця людини. Основна функція людського пальця – це згинати, та розгинати. Ці принципи відтворені в біонічному пальці завдяки наступним складовим (рис. 1):

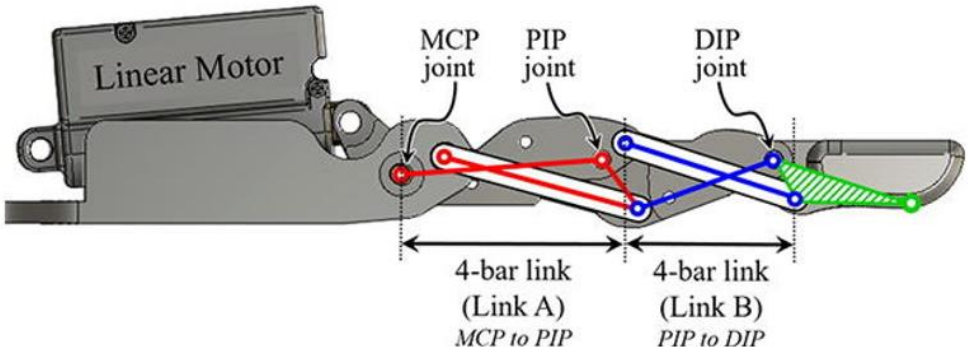


Рисунок 1 – Конструкція пальцевого модуля HRL [1]

Як можна побачити з рисунку 1 пальцевий модуль складається з чотирьох ланок і трьох з'єднань/шарнірів (MCP, PIP, DIP). Взагалі модуль пальця – це система з низьким рівнем спрацьовування, заснована на двох чотириланкових механізмах, з'єднання MCP і PIP з'єднані з чотириланковою ланкою (ланка A). Крім того, з'єднання PIP і DIP з'єднані з чотирибалочною ланкою (ланка B). Шарніри PIP і DIP працюють залежно від двигуна, з'єднаного з шарніром MCP [1].

Двигун, який зазвичай живиться від батареї, приводить в рух систему передач, які переміщують головний шарнір *MCP*, в свою чергу дія передається далі, на другий і третій шарніри завдяки системі тягового зв'язку [2]. Але варто зауважити, що сьогодні можна знайти і інші варіанти будови механічного пальця, наприклад, штучний палець можна привести в рух через імітацію м'язів, використовуючи інші штучні аналоги.

Основна проблема в будові всіх сучасних протезів подібних конструкцій – це складність відтворення руху великого пальця. Можливим вирішенням цієї ситуації є використання зазначених вище штучних м'язів або покращенню дизайну долоні штучної кінцівки.

Керування біонічними кінцівками на сьогодні є важливим питанням. Для забезпечення цієї діяльності найбільш універсальним і безпечним варіантом є міоелектричне розпізнавання образів. Для того щоб використовувати даний тип контролю, потрібна наявність достатнього місця на залишковій кінцівці для розміщення достатньої кількості датчиків, зазвичай від 8 до 16. Ще однією умовою при використанні цього методу є те, що організм людини повинен мати змогу генерувати характерні моделі руху м'язів. Якщо у людини була проведена ампутація кінцівки вище ліктя і при цьому вона втратила необхідні м'язи, то для створення необхідних сигналів потрібно пройти процедуру «цілеспрямованої реіннервації м'язів» (TMR). В цій хірургічній операції нерви перенаправляються на альтернативні м'язи для створення достатньої м'язової активності. Ще одна вимога, яка стосується всіх міоелектричних датчиків, полягає в тому, щоб шкіра в місцях розташування сенсорів була сприятливою для виявлення міоелектричних сигналів [2].

У міоелектричній системі прямого керування є лише два типи сенсорів, які розміщуються над двома антагоністичними групами м'язів (рис. 2). Активність однієї групи м'язів, означає відкриту дію, в цей час, згинання іншої означає близьку дію.

Основною проблемою протезів є тривалість очікування обробки мікропроцесором наявної інформації, доки відповідні мотори зроблять рух на необхідний кут оберту. Ці дії є доволі тривалими процесами.

Існує багато різних методів покращення швидкості роботи протезу. Один з яких – використання штучних м'язів, наприклад, камер, в яких за допомогою компресора йде нагнітання повітря або води, в результаті чого штучний м'яз скорочується і згинає за собою штучний палець протезу.

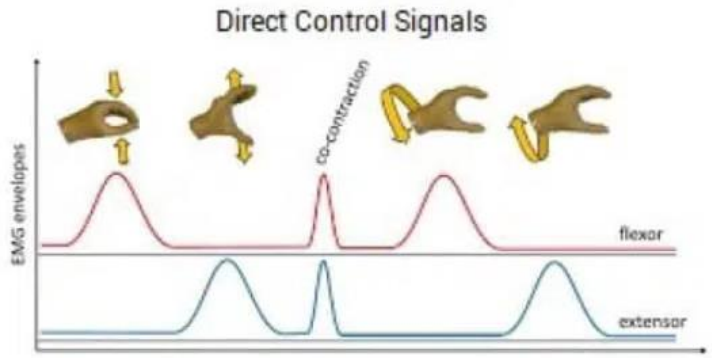


Рисунок 2 – Принцип дії антагоністичних м’язів [3]

Або можна використати метал з пам’яттю форми, наприклад, нітинол (NiTi) − сплав нікелю та титану. Частота спрацьовування приладів з пам’яттю форми може бути більшою, шляхом збільшення нагріву елемента до температури 60-80°C. Це дасть змогу пришвидшити дію реакції протеза, що зробить його більш комфортним у користуванні в повсякденному житті [4].

Список використаної літератури:

[1] P. Hyeonjun та K. Donghan, “An open-source anthropomorphic robot hand system: HRI hand”, HardwareX, т. 7, 2020, ст. № E00100. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.ohx.2020.e00100

[2] W. Wayne. “A Complete Guide to Bionic Arms & Hands”. Bionics for everyone. [Онлайн]. Доступно: https://bionicsforeveryone.com/bionic-arms-hands/#what-is-bionic-arm.

[3] M. Mateo, “Control Strategies”, Myoelectric Control Bionic Hands Via Musculoskelet. Model. Admit. Control Force Feedback, с. 4–6, груд. 2016. [Онлайн]. Доступно: https://essay.utwente.nl/80234/1/Mateo_Mesonero_MA_ET-BME.pdf

[4] П. Л. Потапов, “Time Response of Shape Memory Alloy Actuators”, J. Intell. Mater. Syst. Struct., с. 125–134, 2000. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1106/XH1H-FH3Q-1YEX-4H3F

УДК 004.932.2

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГОСТРОГО ЛІМФОБЛАСТНОГО ЛЕЙКОЗУ

Кравченко П. К., Бурлаченко І. С.
(polina.krv8@gmail.com, ivan.burlachenko@chmnu.edu.ua)
Чорноморський національний університет імені Петра Могили (Україна)

У тезах розглядається поняття лейкемії, поширеність захворювання у світі та її різновидність. Враховуючи проблему швидкого діагностування на ранніх стадіях лейкемії, у тому числі гострого лімфобластного лейкозу, у дослідженні розглядається один з напрямків вирішення проблеми. А саме, використання машинного навчання, згорткових нейронних мереж для класифікації зображень, як спосіб діагностування захворювання за мікроскопічними зображеннями крові пацієнта, знижуючи фактори впливу ручної роботи медичних спеціалістів на точність діагностування на ранніх стадіях.

Лейкемія – це група ракових захворювань крові , які зазвичай починаються в кістковому мозку та призводять до великої кількості аномальних клітин крові. У 2020 році було зареєстровано понад 474 тисяч нових випадків лейкемії. Глобальний стандартизований за віком показник захворюваності становив 5,4 на 100 000 осіб, а у всьому світі спостерігалося майже п’ятикратне коливання [1]. Лейкемія є найпоширенішим типом раку крові у людей будь-якого віку. Надмірна проліферація та незрілий ріст клітин крові викликають це аномальне явище, яке може завдати шкоди еритроцитам, кістковому мозку та імунній системі людини. Лейкемію поділяють на чотири

категорії: гострий мієлоїдний лейкоз (a), гострий лімфобластний лейкоз (b), хронічний мієлоїдний лейкоз (c) та хронічний лімфолейкоз (d), що продемонстровано на рисунку 1. Існує менше десяти не розповсюджених додаткових типів лейкозу.

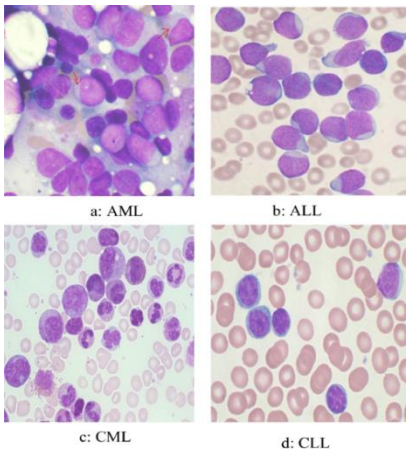


Рисунок 1 – Мікроскопічні зображення основних видів лейкемії

Гострий лімфобластний лейкоз є другим за поширеністю гострим лейкозом серед дорослих. Якщо діагностувати гострий лейкоз на ранній стадії, то процес лікування буде негайним, а ймовірність виживання пацієнтів значно підвищиться. У залежності від симптоматики та рівня ризику доступними є різні шляхи лікування, наприклад, хіміотерапія, променева терапія, протипухлинні препарати або комбінація методів лікування. Різні варіанти лікування допомагають зменшити симптоми захворювання або привести до ремісії пацієнта. Методи, які використовуються на сьогодні для діагностики лейкемії, не є автоматизованими. Мікроскопічне дослідження клітин крові пацієнта є важливим етапом діагностики захворювання гострої лейкемії. Враховуючи, що у зображеннях клітин крові інформація прихована у пікселях, їх неможливо використовувати без аналізу та інтерпретацій. На жаль, можливість помилок при інтерпретації медичних зображень є значною. Фактори, що впливають на точність діагностики захворювання: різноманітність тканин і клітин, втома, втрата концентрації або відсутність спеціалістів. На сьогодні, активно проводяться дослідження цифрової обробки медичних зображень, щоб зменшити перелічені проблеми. Машинне навчання та класифікація на основі глибокого навчання стали популярним підходом до аналізу медичних зображень. Автоматичний аналіз зображень клітин крові призведе до швидкої та надійної діагностики, а також дозволить одночасно досліджувати багато клітин кожної людини. Було доведено, що багато недоліків ручної діагностики та медичного зображення можна проаналізувати та вирішити за допомогою згорткової нейронної мережі (CNN), яка має чудову здатність розрізняти нормальні та бластні клітини, що виникають при лейкемії [2].

Одним із найбільш використовуваних методів є згортка нейронної мережі. Вона базується на комп’ютерному зорі. Загальний алгоритм для цього підходу складається з кількох визначених кроків: попередня обробка зображення, кластеризація, морфологічна фільтрація, сегментація, вибір або виділення ознак, класифікація та оцінювання. Техніка CNN використовує метод сегментації з використанням кольорової кластеризації для отримання області ядра та області цитоплазми з пофарбованих зображень мазка крові пацієнта. Техніка згортання нейронної мережі запропонувала автоматичне виявлення лейкоцитів з зображень периферичної крові та класифікацію п’яти типів лейкоцитів: еозинофілів, базофілів, нейтрофілів, моноцитів і лімфоцитів. Еозинофіли та базофіли спочатку класифікуються за методом опорних векторів за ознакою деталізації [3]. Інші три типи лейкоцитів розпізнаються за допомогою згорткової нейронної мережі для виділення ознак, а спеціальний класифікатор згорткової нейронної мережі випадковий ліс використовує ці ознаки для систематизації лейкоцитів, як продемонстровано в блок-схемі на рис. 2. Після отримання даних виконується розширення для збільшення розміру, а також надійності. Дані зображення передаються у згорткову нейронну мережу для автоматичного виділення функцій. У результаті чого, мережі вдається класифікувати зображення даних як гострий лімфобластний лейкоз, і як здорові клітини.

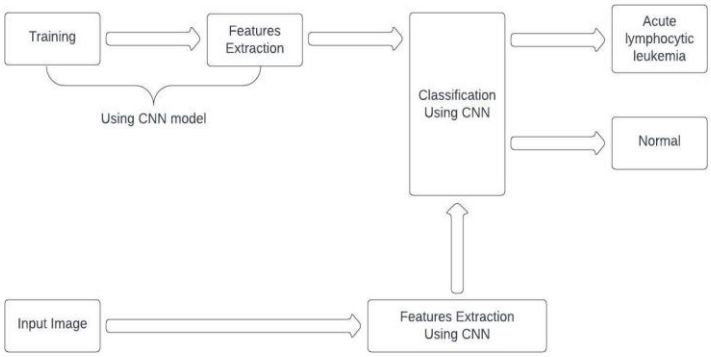


Рисунок 2 – Блок-схема принципу роботи техніки згорткових нейронних мереж кластеризації зображень

Використовуючи архітектуру CNN для класифікації гострого лімфобластного лейкозу, можна досягти точності та надійності у виявленні захворювання крові на ранній стадії. Існує достатня кількість досліджень, де пропонується метод автоматизації процесу виявлення лімфобластів на одноклітинному зображенні для виявлення лейкемії. Середня точність після 6-кратних перехресних перевірок, використання архітектури згорткових нейронних мереж, досягає 94,95% [4]. На основі цього можна будувати комп'ютерну систему діагностики, потенційного зменшуючи час і помилки. Шари згортки містять набір незалежних фільтрів, які згортаються разом із вхідним об'ємом для обчислення значення активації нейронів. Шари CNN допомагають витягувати ознаки, використовуючи згортки. Витягнуті глибинні ознаки відіграють головну роль у системі підтримки прийняття рішень. Двовимірна згортка задається наступними рівняннями:

$$y\,[m,n] = x\,[m,n] \times h\,[m,n]$$

$$y\,[m,n] = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} x\;[i,j]\;\cdot h\,[m-i,n-j],$$

де $x\,[m,n]$ – вхід, i, j – індекси рядків та стовпців в даних. Подібним чином розмір зображення згортки визначається наступним виразом:

$$C_{ize} = \left[\left(\frac{m+2p-n}{c}+1, \frac{m+2p-n}{c}+1\right)\right],$$

де m – кількість вхідних характеристик, n – розмір ядра згортки, p – доповнення, а s – крок [5]. Багато методологічних процедур вирішують використання різних машинних алгоритмів і алгоритмів глибокого навчання. Як правило, для запобігання дисбалансу даних класифікації використовували диференційовані випадкові вибірки з покращенням. Класифікація згорткової мережі для лейкемії виконується з використанням сегментованих ділянок лейкоцитів. Така класифікація вимагає попередньої обробки та сегментації кольорів.

Важливим питанням у галузі медичної діагностики захворювань є можливість раннього виявлення та діагностування лейкемії, тобто розрізнення злоякісних лейкоцитів з мінімальними витратами часу на ранніх стадіях. У даному дослідженні було розглянуто модель машинного навчання класифікації зображень крові з використанням згорткових нейронних мереж. Архітектура, яка побудована на основі згорткових нейронних мереж, показує ефективні результати розпізнавання та класифікації зображень у наборі даних у 7000 зображень. Продовжуючи роботу над дослідженням, покращенням ефективності, швидкості та зменшенню помилок при навчанні архітектури CNN, можна значно підвищити результати з точності класифікації мікроскопічних зображень, шляхом збільшення наборів даних зображень крові. Більше того, такі системи можна використовувати для допомоги медичним спеціалістам у галузі онкології в ефективному виявленні лейкемії всіх можливих додаткових типів у подальшому.

Список використаної літератури

[1] J. Huang et al., "Disease burden, risk factors, and trends of leukaemia: A global analysis", Frontiers Oncol. [Online]. Available: https://doi.org/10.3389/fonc.2022.904292 [Accessed: September 28, 2023].

[2] F. M. Talaat та S. A. Gamel, “Machine learning in detection and classification of leukemia using C-NMC_Leukemia”, Multimedia Tools Appl., 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s11042-023-15923-8 [Accessed: September 29, 2023].

[3] “Blood cancer detection using cnn - ai projects”. AI PROJECTS. [Online]. Available: https://aihubprojects.com/blood-cancer-detection-using-cnn-ai-projects/ [Accessed: October 02, 2023].

[4] S. Shafique та S. Tehsin, “Acute lymphoblastic leukemia detection and classification of its subtypes using pretrained deep convolutional neural networks”, Technol. Cancer Res. & Treatment, 2018. [Online]. Available: https://doi.org/10.1177/1533033818802789 [Accessed: October 03, 2023].

[5] “Proof of separable convolution 2D”. Song Ho Ahn. [Online]. Available: http://www.songho.ca/dsp/convolution/convolution2d_separable.html [Accessed: October 04, 2023].

УДК 004.8

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИВЧЕННІ ПРАВИЛЬНОЇ ВИМОВИ

Кучерявий І.В., Романюк О.В.
(kucherjavyj228@gmai.com, romaniukoksanav@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

В тезах досліджується використання технологій штучного інтелекту (ШІ) у контексті вивчення мови з особливим акцентом на удосконаленні правильної вимови. Вимова є вирішальним аспектом засвоєння мови, оскільки ефективне спілкування значною мірою залежить від чіткого та точного мовлення. У сучасному освітньому середовищі рішення на основі штучного інтелекту інтегруються в різні сфери, включно з мовною освітою. Головна задача, яка розглядається в тезах, полягає в тому, як штучний інтелект може допомогти студентам оволодіти правильною вимовою, тим самим покращуючи їхні мовні навички.

На сьогоднішній день вимова є важливим аспектом вивчення мови, оскільки вона може вплинути на те, наскільки добре вас розуміють інші люди. Технології штучного інтелекту можна використовувати, щоб допомогти учням покращити свою вимову, забезпечуючи зворотній зв’язок у реальному часі. З розвитком технологій штучний інтелект (ШІ) поступово інтегрувався в різні сфери, включаючи освіту. Вимова залишається ключовим елементом оволодіння мовою, оскільки в загальному розумінні мова вивчається саме для спілкування. Не важливо якою є ціль у студента: вивчення мови для подорожей, для просування по кар’єрних сходах, здача екзаменів чи звичайне бажання володіти великою кількістю мов. Без чіткого розуміння як вимовляти слова – потік слів може перерости в хаотичний набір звуків, які не зможе зрозуміти носій мови. Тому, правильна вимова необхідна для ефективного спілкування будь-якою мовою. Однак освоєння вимови незнайомих звуків або слів може бути складним для багатьох учнів. Тому необхідно дослідити способи використання штучного інтелекту, які можуть допомогти студентам вивчити правильну вимову.

Штучний інтелект вже застосовується в освіті, в інструментах, які допомагають розвивати різні навички, та системах їх тестування. Оскільки освітні рішення, які використовують штучний інтелект, продовжують розвиватися, ШІ зможе допомогти заповнити прогалини в навчанні та викладанні [1], що дозволить школам і вчителям навчати ефективніше. ШІ може підвищити ефективність, покращити персоналізацію та оптимізувати завдання, які дає учитель учням, щоб дати їм більше часу і свободи для завдань, які потребують унікальних людських здібностей, з якими машинам було б важко впоратися.

На основі проведеного дослідження 90% студентів віддали перевагу штучному інтелекту [2], а не справжнім учителям. Крім того, більшість повністю замінили деякі уроки з учителями на навчанням разом із ШІ, а 95% стверджують, що подальше підвищення оцінок відбулося лише завдяки репетиторству штучного інтелекту. Математика та природничі науки були найпоширенішими предметами, які замінили репетиторів ШІ.

ШІ може допомогти з вивченням вимови кількома способами [3], зокрема:

1. **Забезпечення зворотного зв'язку в режимі реального часу:** інструменти розпізнавання мовлення на основі штучного інтелекту можуть аналізувати мовлення учня та надавати відгуки щодо його вимови в реальному часі. Цей зворотний зв'язок може допомогти учням визначити та виправити свої помилки.
2. **Створення персоналізованих інструкцій:** ШІ можна використовувати для створення персоналізованих інструкцій для учнів на основі їхніх індивідуальних потреб. Наприклад, репетитор з вимови на основі штучного інтелекту може визначити конкретні звуки, з якими учень відчуває труднощі, і надати йому цілеспрямовані інструкції.
3. **Створення захоплюючого навчального досвіду (engaging learning experiences):** штучний інтелект можна використовувати для створення захоплюючого навчального досвіду, який робить вивчення вимови веселішим та ефективнішим. Наприклад, гра на основі штучного інтелекту може запропонувати учням правильно вимовляти слова, щоб прогресувати в грі. Гейміфікація в освіті підвищує залученість студентів, мотивацію та запам'ятовування вивченого матеріалу [4], оскільки можливість бачити свій результат зробить учнів більш вмотивованими, а змагальний дух навчальної гри допоможе учням створити атмосферу цікавого і одночасно ефективного навчання.
4. **Фонетична транскрипція:** ШІ може генерувати фонетичну транскрипцію слів і речень, допомагаючи учням зрозуміти правильну вимову кожного звуку. Це може бути особливо корисним для мов зі складною фонетичною системою.
5. **Відстеження прогресу:** штучний інтелект може відстежувати прогрес студента у вимові з часом. Це дозволяє як учням, так і учителям відстежувати вдосконалення та відповідно коригувати стратегії навчання.

Прикладом програми, яка використовує штучний інтелект під час навчання є DreamBox Learning – програма цифрової математики K-8, яка використовує штучний інтелект для персоналізації навчального процесу для кожного учня. Одним із основних принципів додатку є персоналізоване навчання: DreamBox Learning використовує ШІ для визначення досвіду кожного учня. Програма відстежує прогрес студента та надає їм цілеспрямовані інструкції та зворотний зв'язок на основі їхніх індивідуальних потреб.

Попри суттєві переваги, які може забезпечити використання ШІ для вивчення вимови, все ще можуть мати місце і деякі недоліки.

Хоча штучний інтелект має потенціал для революції у вивченні вимови, все ще є деякі проблеми, які потрібно вирішити. Однією з проблем є те, що моделі штучного інтелекту можуть бути упередженими, що може призвести до того, що учні отримають неточні відповіді чи інструкції. Інша проблема полягає в тому, що навчання та розгортання моделей штучного інтелекту може бути дорогим з обчислювальної точки зору.

Отже, інноваційний підхід до вивчення вимови на основі технологій штучного інтелекту пропонує багатообіцяючий набір інструментів як для студентів, так і для викладачів. Це не тільки сприяє ефективному навчанню, але й забезпечує індивідуальний підхід для кожного учня. Загалом штучний інтелект може стати цінним інструментом для вивчення вимови.

Список використаної літератури

1. How Is AI Used In Education -- Real World Examples Of Today And A Peek Into The Future | Bernard Marr. Bernard Marr. URL: https://bernardmarr.com/how-is-ai-used-in-education-real-world-examples-of-today-and-a-peek-into-the-future/ (дата звернення: 07.10.2023).

2. Staff T. W. Artificial intelligence goes to school. theweek. URL: https://theweek.com/education/1025698/artificial-intelligence-goes-to-school (дата звернення: 07.10.2023).

3. 43 Examples of Artificial Intelligence in Education. University of San Diego Online Degrees. URL: https://onlinedegrees.sandiego.edu/artificial-intelligence-education/ (дата звернення: 07.10.2023).

4. Кучерявий І. В., Романюк О. В. Гейміфікація в освіті на прикладі програмної платформи для вивчення МОВ DUOLINGO. Матеріали LII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2023. URL: https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/788 (дата звернення: 13.10.2023).

УДК 004.318

ОНТОЛОГІЧНИЙ ОПИС ПРОСТОРОВОГО СЦЕНАРІЮ ПОХОДУ В СУПЕРМАРКЕТ ЗА ПОКУПКАМИ ДЛЯ ЛЮДИНИ З ВАДАМИ ЗОРУ

Матвєйшин С.М. (sergmmm2507@gmail.com)
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України (Україна)

У доповіді виконано системно-онтологічний аналіз предметної галузі "Смарт-системи для людей з вадами зору" та розроблено онтологічну модель побудови сценарію із застосуванням технологій образно-понятійної онтології. Досліджено існуючі розробки інструментальних засобів в галузі застосування образно-понятійної онтології. Проведено оцінку їх переваг та недоліків, обрано найбільш відповідний засіб для можливості побудування сценарію походу в супермаркет за покупками для людини з вадами зору (КІТ «ПОЛІЕДР»). За допомогою КІТ «ПОЛІЕДР» спроектовано та розроблено дослідний зразок реалізації цього сценарію. Запропоновано напрямки подальших перспектив розвитку цих засобів.

Образно-понятійна онтологія (ОПО) – це вид онтології, який зосереджений на поданні знань про предмети та їх властивості за допомогою мультимедійних технологій. В ній поняття та зв'язки між ними описуються з використанням мови понять та символів, а також за допомогою образів, зображень чи інших візуальних уявлень. Це дозволяє людям краще сприймати і розуміти інформацію, а також простіше здійснювати пошук та класифікацію об'єктів.

Наукова картина світу передбачає багатовимірне його уявлення, тому поруч із понятійними компонентами онтограф повинен також мати його образні еквіваленти. В результаті традиційна поняттєва онтологія еволюціонує у напрямі образно-понятійної (ОП), а кожна вершина онтографа представлена ім'ям не тільки поняття, а й відповідного образу [1]. Приклади фрагменту онтографа представлено на рис. 1.

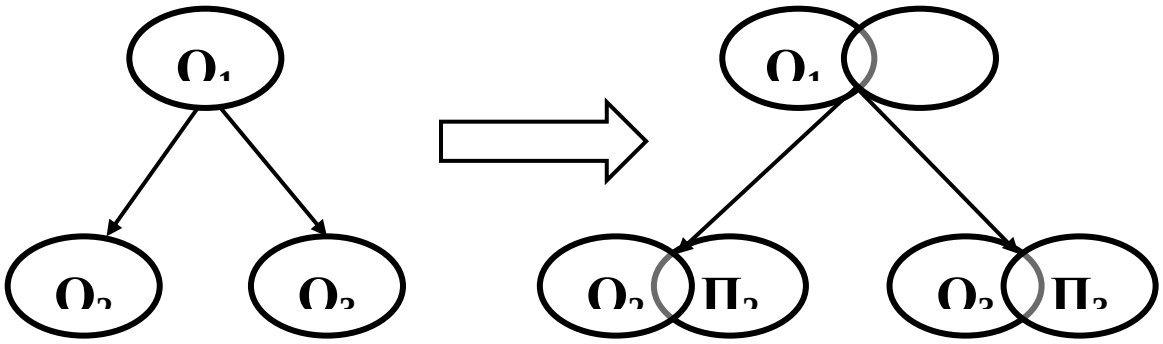


Рис. 1. Фрагмент ОП-онтографа

За результатами проведених досліджень та проектуванні і розробці дослідних зразків практичної реалізації у цій галузі виникла необхідність надання образності як для самих понять (вершини онтографа) так і для зв'язків між ними (дуги онтографа). Це дозволить перейти на новий етап проведення подальших досліджень у галузі ОПО та дозволить розширити можливості надання більш повноцінного уявлення та образності у онтології.

Можливість ефективного використання інструментарію ОПО при побудові маршруту для людини з вадами зору до необхідного об'єкта (наприклад супермаркету або аптеки для здійснення покупок) є основною метою отримання позитивних результатів досліджень та практичної апробації

На даний момент існує багато практичних розробок, які мають можливість реалізовувати та використовувати деякі елементи ОПО. Наприклад: Neo4j, TopBraid Composer, WebVOWL, Cyc, WordNet, ConceptNet, Protege, OntoGraf, Visual Paradigm, Semantic MediaWiki, Cytoscape, OwlReady, КІТ «ПОЛІЕДР».

З метою їх оцінки та проведення відбору необхідної для використання системи під наші потреби потрібно враховувати такі показники:

– перелік використання різних типів візуалізації;
– наявність режиму їх відображення;
– можливість розширення та модифікації системи;
– можливість використання безкоштовної версії;
– доступність та простота роботи з системою.

За результатами оцінки переліку наявності у таких засобів найбільш важливих показників для застосування ОПО було проаналізовано і обрано найбільш відповідний варіант такого інструментального засобу. Це розробка національної академії наук України «Когнітивна ІТ-платформа (КІТ) «ПОЛІЕДР»» [2]. Додатковим фактором відбору на користь КІТ «ПОЛІЕДР» є той факт, що це розробка національної академії наук України, вона для нас безкоштовна, а також є можливість отримати від розробників додаткові консультації. Головною перевагою цієї системи перед іншими є можливість використання багатьох важливих типів візуалізації, а також наявність режиму їх відображення.

Наочність представлення ОПО за допомогою КІТ «ПОЛІЕДР» для об’єктів побудови онтографа передбачає можливість використання таких типів візуалізації: текст, форматований текст, посилання, зображення, відео з YouTube, координати (точка), координати (полігон), група даних, таблиця даних.

Кожному об’єкту онтографа може бути надано один або декілька однотипних або різнотипних елементів візуалізації.

КІТ «ПОЛІЕДР» функціонує у двох режимах:

– режим побудови архітектури онтографа;
– режим відображення онтографа;

Режим побудови архітектури онтографа передбачає надання користувачу інструментарію для створення електронної версії необхідного онтографа та надання його об’єктам відповідних властивостей.

Режим відображення побудованого онтографа передбачається трьома способами:

– об’єктне представлення;
– онтологічне представлення;
– онтологічна призма.

Побудова маршрутів для людей з обмеженими можливостями зору за допомогою КІТ «ПОЛІЕДР» базується на створенні онтографа. Для ефективності представлення у побудованому онтографі з’явилась необхідність розділення його на три основні частини, це:

– створення і відображення всіх необхідних об’єктів до яких необхідно побудувати такі маршрути;
– створення і відображення всіх необхідних елементарних автономних відрізків маршрутів;
– побудова і відображення маршрутів від приміщення до необхідного об’єкта за допомогою використання необхідних елементарних відрізків маршрутів.

Результат побудови такого ондографа представлено на рис. 2.

Застосування інструментарію КІТ «ПОЛІЕДР» дозволяє ефективно створювати образно-понятійну онтологічну модель побудови маршрутів для людей з обмеженими можливостями зору, оперативно коригувати і вносити в неї зміни та використовуючи різни способи відображення наявно представити їх користувачу. Для відображення будь-якого об’єкта онтографа необхідно обрати режим відображення, перейти на потрібний об’єкт, натиснути на нього, а потім вибрати потрібний образ візуалізації (наприклад, відеоролик з YouTube) і запустити його, приклад представлено на рис. 3. Запропонований вище варіант реалізації проекта побудови маршруту для людини з вадами зору при використанні елементів ОПО інструментарію КІТ «ПОЛІЕДР» дозволив у наглядній формі повноцінно описати і представити процеси візуалізації образів такого маршруту.

Рис. 2. Відображення онтографа маршруту за покупками людини з вадами зору

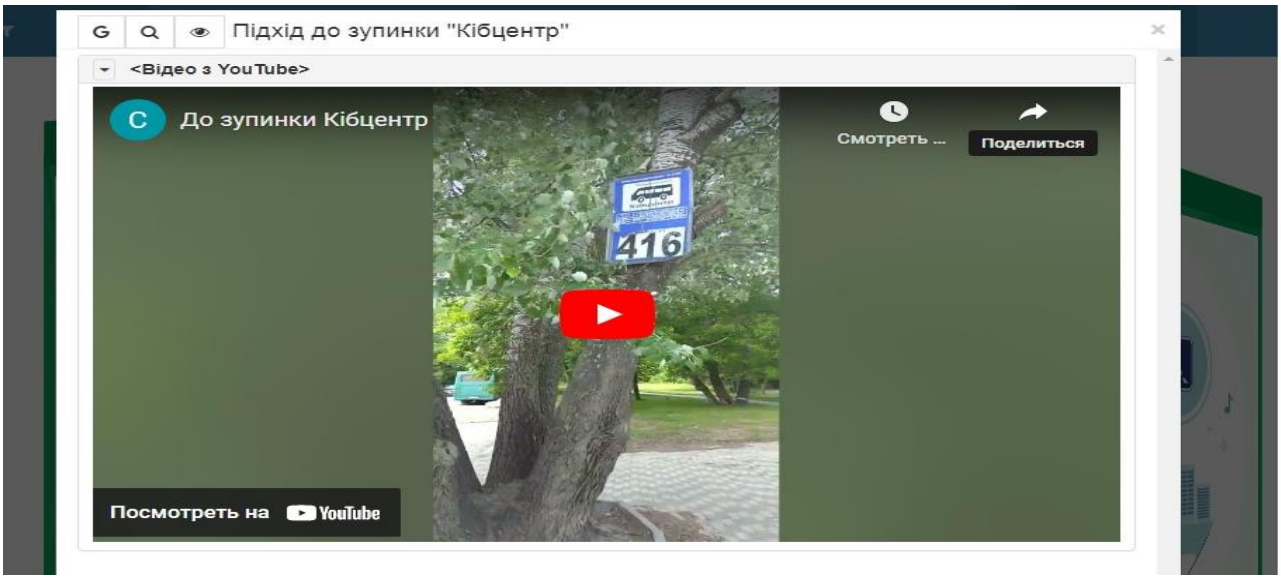


Рис. 3. Відображення об’єкта онтографа маршруту людини з вадами зору до автобусної зупинки засобами відеоролика з YouTube

Згідно побудованої моделі та проведеної експериментальної розробки було виконано її апробацію та тестування. Згідно отриманих результатів тестування було проаналізовано її переваги та недоліки. На даний момент одною з основних проблем при використанні є відсутність можливості автоматизувати функції запуску та управління такими процесами. Це обумовлено властивостями КІТ «ПОЛІЕДР». Його недоліком є використання існуючих засобів для інформаційної онтології, а для повноцінного вирішення проблеми більше придатні засоби керуючої онтології з наявністю образно-понятійної частини та збереження її інформаційності. За умов розробки та внесення такого модуля у КІТ «ПОЛІЕДР» реалізація проекту побудови маршруту для людини з вадами зору при використанні елементів ОПО більш повноцінно відповідала поставленим завданням.

Список використаної літератури

1. Палагін А.В. Онтологическая концепция информатизации научных исследований // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – том 52. – №1. – С. 3 – 9.

2. Інструкція користувача когнітивної іт-платформи «ПОЛІЕДР». Національна академія наук України. Київ, 2020. 71 с. URL: https://storage.ulif.org.ua/storage/instructions/polyhedron_instruction.pdf (дата звернення: 01.03.2023).

УДК 004

ПРОЕКТУВАННЯ КЛАСОВОЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ МЕТЕОДАНИХ

Миронов В.К., Вичужанін В. В. (inbox20n@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі здійснено опис проекту класової структури інформаційної системи автоматизації обробки та аналізу метеоданих для формалізації основної логіки її програмної імплементації.

Вступ. Для поліпшення загальних процесів автоматизації та створення єдиного інформаційного простору для сфери метеорології повинні використовуватися сучасні інформаційні технології, які дозволяють розробити сучасний програмний засіб, здатний виконати поставлене завдання за менший проміжок часу і забезпечити більш високу точність, ніж людина [1]. Щодо алгоритмів застосовуваних у цій сфері можна виділити проблеми складності алгоритму, довгого часу його виконання, а також гнучкості алгоритму. Складність алгоритму виявляється у тому що сформована математична модель складна і має оптимальну складність алгоритму виконання [2]. Проблема гнучкості виникає внаслідок того, що складена математична модель пов'язана на певних константах прив'язаних до конкретної території або регіону. Використання нейронних мереж може вирішити обидві ці проблеми, нейронна мережа простіше у використанні, має універсальний інтерфейс отримання вхідних даних і легко адаптується до змін завдяки своїй структурі [3]. У результаті можна отримати універсальний алгоритм, який зможе обробляти дані з будь-яких регіонів.

Постановка завдання. Для забезпечення процесу аналізу та обробки даних необхідним є розробка проекту окремої програмної системи, здатної проводити побудову моделей штучних нейронних мереж для різних наборів вхідних даних, що є актуальним завданням.

Проект пропонованої системи можна розділити на два головних компоненти, кожен з них був відображений в діаграмі класів. Компонент інтерфейсу та контролеру та компонент роботи з алгоритмами обробки та нейромережами. Діаграма основних класів компонентів, зображено на рис.1. На діаграмі зображено функціональну залежність компонентів. У зв’язку з тим, що це web-система то простір класів розроблюється з точки зору окремих компонентів.

В залежності від типу проекту діаграма класів може відрізнятися одна від одної, але в більшості випадків вона має єдину логічну структуру. Також на діаграмі визначається залежність компонентів один від одного та вказується система зв’язку між ними. Реляційні зв’язки є досить суттєвими та необхідні для функціонального аналізу проекту системи. На цій діаграмі можна розглянути усі задіяні класи. В першу чергу варто описати класи, що надаються фреймворком безпосередньо, вони використовуються в двох класах оболонках, це View і DB. Клас View, це клас, що поєднує в собі всі класи сторінок, на які переходить користувач. У них описана логіка того, як сторінка повинна бути відображена і як користувач може з нею взаємодіяти. Наприклад, які сигнали від нього сторінка може приймати і як обробляти дані з форм. Клас DB надає зручний інтерфейс для отримання, оновлення та внесення даних до бази даних, має функції сортування, фільтрації та іншого, цей функціонал повністю реалізований на стороні фреймворку. Однак функціонал для збереження та запиту, що завантажується користувачем файлу нейронної мережі, розробляється окремо.

Компонент контролера складається з одного класу MainMenu, який пов'язує в собі логіку передачі сигналів від користувача до компонентів системи, в ньому ініціалізуються об'єкт класу для тестування нейромереж та об'єкти класів самих нейромереж, а також клас збирача метеоданих. Клас Parser реалізує функціонал збору даних з зовнішніх джерел, він використовує https запити та бібліотеку BS4 для парсингу. Компонент алгоритмів розрахунку та нейромереж складається з класів NNBase, SummaryModel та ForecastModel. NNBase це базовий клас для всієї моделей нейромереж, у ньому реалізовані методи для збереження та завантаження нейромереж, їх складання та завантаження даних для них.

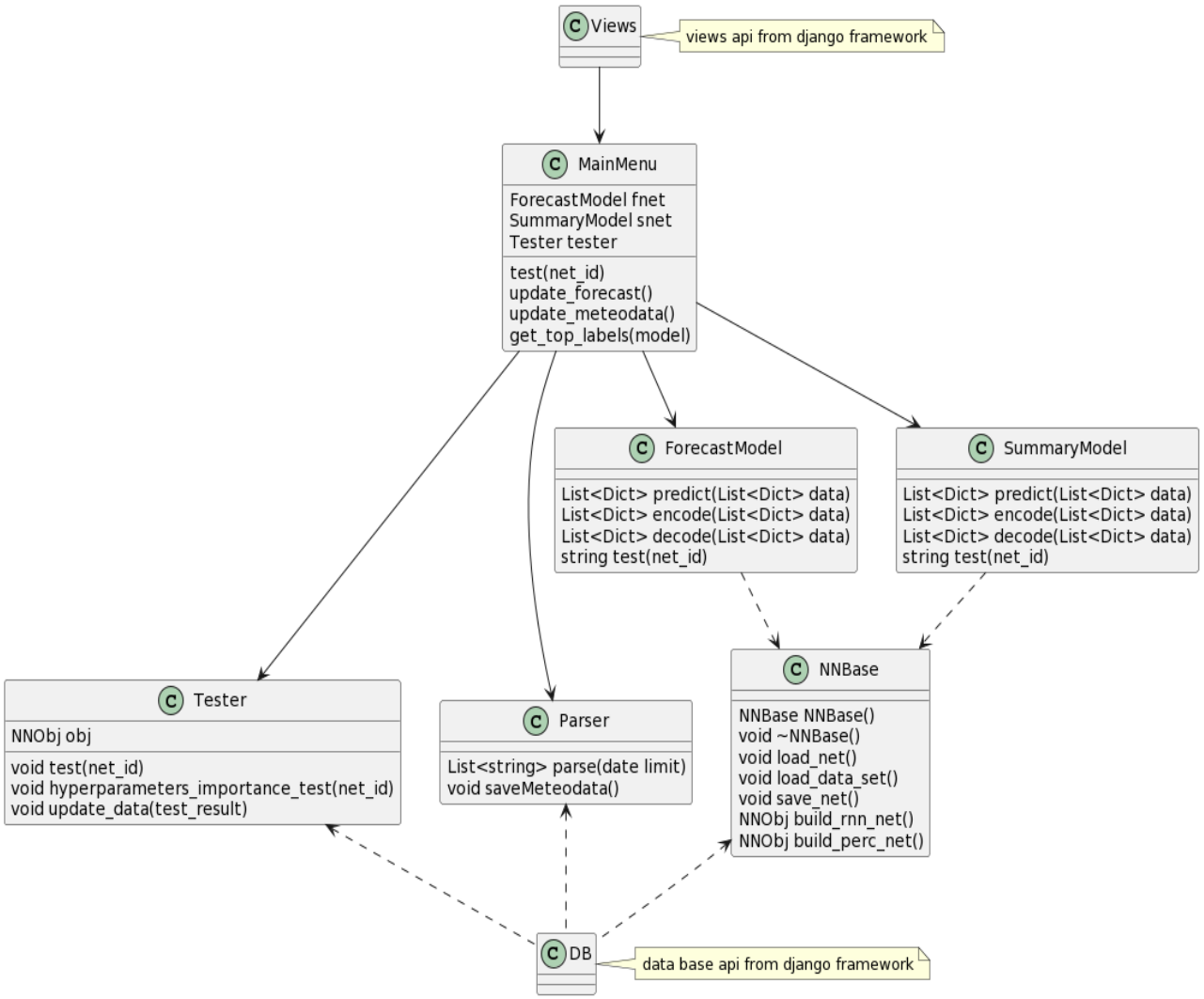


Рисунок 1 – Діаграма класів системи

Клас SummaryModel реалізує функціонал оцінки ймовірності тих чи інших кліматичних явищ при вхідних метеоданих. Також у ньому реалізовані методи нормалізації даних, метод тестування ефективності нейромережі під час використання різних оціночних метрик і методи прогнозування. Клас ForecastModel вирішує задачу прогнозування значень метеорологічних змінних на наступний проміжок часу. Модуль Tester використовує відповідний клас для проведення операцій з оцінки нейромереж. У класі реалізовані методи для стандартної оцінки роботи нейромережі за різними метриками, а також методи для більш глибокої оцінки внутрішніх ваг нейронів у кожному шарі нейромережі. За підсумками способу оцінки терезів проводиться аналіз важливості гіперпараметрів і точніше зрозуміти залежність з-поміж них.

Висновки. Пропонований проект основних класів системи може бути програмно реалізований у подальшій роботі на базі застосування високорівневих засобів розробки та є базою при створенні набору специфікацій на дану систему.

Список використаної літератури

[1] Будума Н. Основи глибокого навчання. Створення алгоритмів для штучного інтелекту наступного покоління / Будума Н. – К.: ЮНІТІ, 2022 – 520 с.
[2] Ендрю Т. Грокаем глибоке навчання / Т. Ендрю – Л.: ЛГУ, 2021 – 712 с.
[3] Бенін Д.М. Системи підтримки прийняття рішень / В.Л. Сніжко, Д.М. Бенін – В.: Тріада, 2022. – 165 с.

УДК 621.7-52

РОЗРОБЛЕННЯ МОДУЛЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФООРМОУТВОРЕННЯ МЕМС/МОЕМС КОМПОНЕНТІВ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Невлюдов І.Ш., Теслюк С.І. Чала О.О.
(igor.nevliudov@nure.ua, serhii.tesliuk@nure.ua, olena.chala@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

В даній роботі наведено розроблену схема автоматизації процесу шліфування з поточним контролем МЕМС/МОЕМС компонентів. Наведено схему макету та принцип вимірювання шоркості поверхні. Описано принцип дії запропонованого методу.

Вступ. Технологічними заготовками для більшості виробів мікроелектроніки і МЕМС/МОЕМС є кремнієві пластини (підкладки). На поверхні пластини формують активні мікроструктури, при цьому сама пластина відіграє роль несучої основи при виконанні операцій групової обробки.

У сучасному виробництві МЕМС/МОЕМС компонентів при остаточному виготовленні деталей широко застосовуються абразивні інструменти різних характеристик і конструкцій. Таким чином, актуальністю досліджень є необхідність вдосконалення методів автоматизації технологічних операцій, а зокрема автоматизації процесу шліфування з використанням мікропроцерної техніки.

Основна частина. Технологічними заготовками для більшості виробів мікроелектроніки і МЕМС/МОЕМС є кремнієві пластини (підкладки). На поверхні пластини формують активні мікроструктури, при цьому сама пластина відіграє роль несучої основи при виконанні операцій групової обробки.

Зовні кремнієві монокристалічні пластини виглядають як тонкі диски темно-сірого кольору, у яких принаймні одна сторона відполірована до дзеркального блиску. Залежно від виду виробництва можуть використовуватися підкладки різного діаметру – від 75 мм до 300 мм і навіть 450 мм.

Незважаючи на зовнішню простоту, кремнієві пластини як об'єкт виробництва є унікальними виробами. Перш за все, як випливає з технологічного аналізу виробів мікротехнології, пластини повинні мати монокристалічного структуру, а їх верхня робоча поверхня повинна бути вільною від дефектів, тобто, не мати порушеного шару.

Жорсткі вимоги, що пред'являються до параметрів кремнієвих пластин, зумовили багатоетапність їх виробництва і застосування широкого спектру фізико-хімічних і механічних методів обробки.

Виробництво кремнієвих пластин включає наступні стадії:

– отримання монокристалічного кремнію;

– механічна і хіміко-механічна обробка кремнієвих злитків і пластин.

Особливості механічної обробки кремнієвих пластин визначаються високою твердістю і крихкістю кремнію. Тому обробку ведуть з використанням абразивів як у зв'язаному стані (алмазні диски і шліфувальні), так і у вільному (абразивні суспензії і алмазні пасти) [1].

В даній роботі пропонується вдосконалення методу шліфування деталей за рахунок поєднання операцій контролю шорсткості та безпосередньо операції шліфування.

Загальна схема макету для автоматизації процесу шліфування показана на рисунку 1.

До складу макету входять:

– електричний привід модуля позиціонування (1);

– модуль точного позиціонування (2);

– модуль контролю шорсткості із зондом (3);

– інструмент для поліровки деталі (4);

– рухоме коромисло (5).

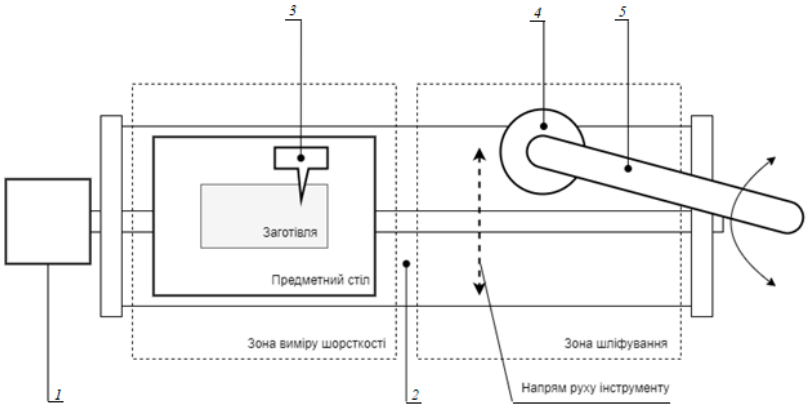


Рисунок 1 – Загальна схема макету для автоматизації процесу шліфування

Принцип дії запропонованого методу наступний. На початку роботи на предметний стіл встановлюється деталь, що потребує обробки. За допомогою модуля точного позиціонування деталь переміщується відносно зонду модуля контролю шорсткості. Процес виміру шорсткості показано на рисунку 2.

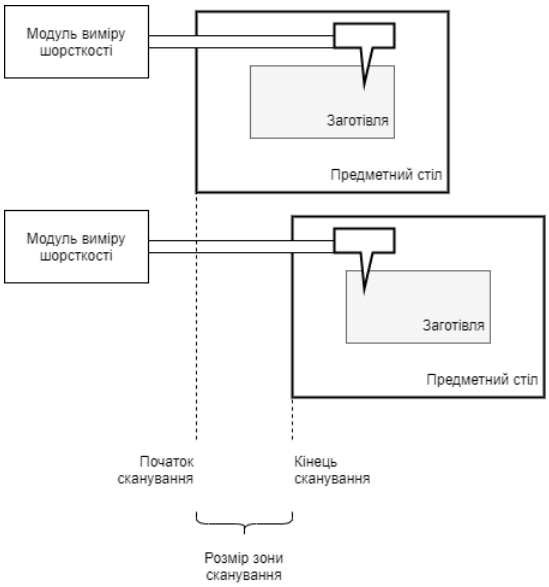


Рисунок 2 – Процес виміру шорсткості деталі

Процес виміру шорсткості починається, коли модуль позиціонування займає стартову позицію відносно зонду приладу. Ця позиція визначається для кожного типу деталі оператором на етапі калібровки макету та записується в базу даних програми керування. Якщо деталь буде повторюватись, то проводити етап калібровки вже не має необхідності завдяки використанню спеціальної оснастки [2] .

Алгоритм роботи автоматизованого процесу шліфування наведено на рис. 3.

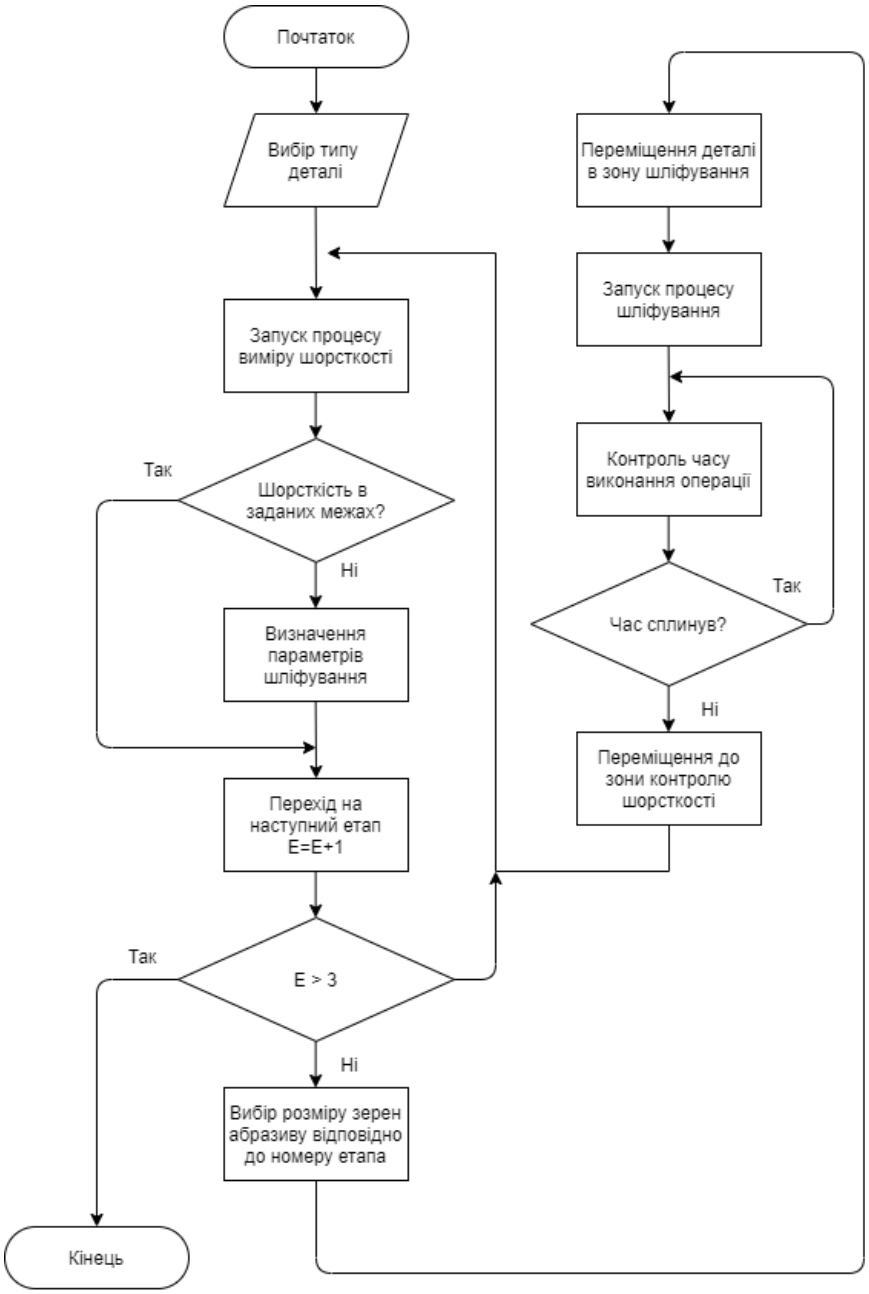


Рисунок 3 – Алгоритм роботи автоматизованого процесу шліфування

Висновки. Розроблена конструкція дає можливість швидко кріпити деталь на предметному столі та підвищую коефіцієнт повторюваності операцій. Оснастка проектується таким чином, щоб деталь, що розміщуються в ній виступала над її поверхнею не менш, ніж 50 мкм. Висота може змінюватись, тому, що вона залежить від товщини шару, що буде знято при шліфовці. В процесі роботи модуль виміру параметрів шорсткості отримує чисельні показники шорсткості деталі.

Список використаної літератури

[1]. Невлюдов І.Ш. Метод контролю функціональних поверхонь компонентів мікрооптоелекромеханічних систем (engl.) / І.Ш. Невлюдов, О.І. Филипенко, О.О. Чала, І.В. Боцман // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. № 3(40). С. 114–123.

[2]. Теслюк С.І. Вдосконалення методу шліфування деталей за рахунок поєднання операцій контролю шорсткості та операції шліфування / С.І. Теслюк, М.Д. Синельник / Збірник матеріалів III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. Харків: ХНУРЕ, 2021. С. 13–17.

UDC 004.9

EVALUATING THE EFFICIENCY OF AN INTERNET NODE USING A NEURAL NETWORK

Orekhov S., Luchkovaha I., Tkachenko M. (sergey.v.orekhov@gmail.com)
National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute" (Ukraine)

The paper presents a new approach to solving a new problem that has arisen in the implementation of Search Engine Optimization processes in the last ten years. The problem of evaluating the effectiveness of a node allows us to classify them and form a truly effective set of places on the Internet where the placement of an advertising message gives the maximum effect.

Introduction. The process of promoting a product according to marketing theory is based on such a system as a marketing channel. It includes communication nodes where the manufacturer and the buyer enter into a dialogue. In the modern world, all such channels are formed on the Internet. Therefore, when solving the problem of building a marketing channel for transmitting an advertising message to a potential buyer, we need to identify such Internet nodes where advertising will give the maximum effect. This work is aimed at solving the problem of node classification.

Problem statement. To solve the classification problem, it is required to develop a criterion and a method for evaluating a node. Based on the results of scientific work [1], we propose the following criterion for evaluating the effectiveness of a node:

$$E_t = \Psi_t(M_1,...,M_N), \quad (1)$$

where M_i, $i = \overline{1,N}$ – metric, the value of which will characterize the efficiency of the Internet node during a given period of time *t*.

Criterion (1) is formulated as a function that depends on the metric system we choose to evaluate performance. Therefore, the paper proposes to formulate the task of evaluating the efficiency of a node as follows: after forming a metric system, calculate the integral evaluation of efficiency in the form of (1) and classify this node as belonging to one of three classes: efficient, ineffective, and uncertain. We have the following condition for classifying nodes:

$$C^t = \begin{cases} C_1, effective \\ C_2, noneffective, \\ C_3, uknown \end{cases} \quad (2)$$

where C_k, $k = \overline{1,3}$ classes into which we divide all nodes of the Internet during a given period of time *t*.

Solving the problem. In this work, we propose to solve the estimation problem using a neural network, as described in works [2-3]. The idea of this approach is that the neural network recognizes the class of our node according to expression (2). In this case, the neural network integrates disparate indicators into one estimate. At its input, we submit indicators of different formats (their current values), and at the output we receive an integral estimate. The scheme of such a network is presented in Figure 1.

This approach has its advantages and disadvantages. An advantage can be considered the fact that we build a convolution of metrics, the value of which has a different unit of measurement. The second advantage is that the neural network repeats the style of reasoning and decision-making from the side of an expert who should solve such a task of evaluating a node on his own.

We believe that the disadvantage of this approach is the fact that the evaluation is formed subjectively, that is, due to expert evaluations that will be used to train the neural network. But this is a common shortcoming for all expert methods that exist today.

The paper proposes to consider expression (2) as a Boolean variable that takes two values: one - an effective node and zero - an ineffective node in our SEO cycle.

The scheme of solving the problem is based on the implementation of two main actions. First, we need to form the structure of the neural network and train it. For this purpose, we select a list of indicators that influence the final evaluation of efficiency. And we also choose the so-called reference nodes, the parameters of which we use to train our network.

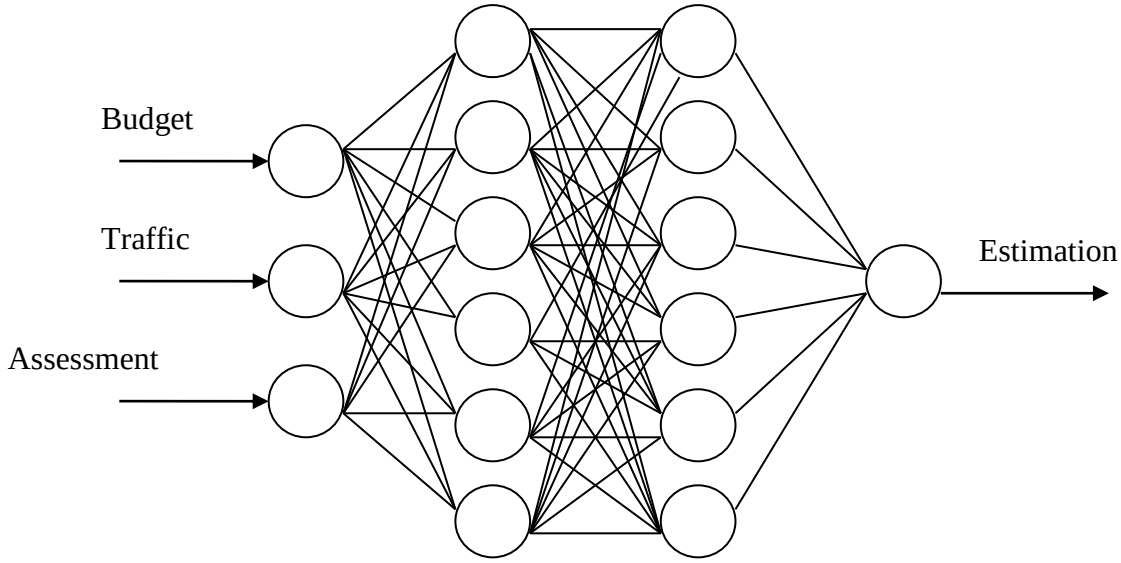


Figure 1 – Network topology

Secondly, we need to form a set of candidate nodes that will be used to implement the SEO cycle. We evaluate them and create a set of nodes that are effective and a set of nodes whose performance is unsatisfactory for our product on the Internet. That is, we implement formula (2).

It is proposed to evaluate the efficiency of the node depending on the following quantitative indicators [4]: advertising budget, traffic and an expert assessment of the site's attractiveness.

In the paper, it is proposed to use a forward-directed three-layer neural network (Figure 1) as an evaluation model, which accepts three indicators as an input and forms an efficiency evaluation as a Boolean variable "evaluation". It takes the value zero if the node is inefficient and one if the node has parameters close to the benchmark. We believe that the first layer of the network accumulates the values of the node indicators and transmits them to the next two layers. The inner layers have six neurons each to process each metric with at least two neurons. At the output, we have one neuron that accumulates the signals of two layers into a single estimate. Such a topology has a clear appearance.

Conclusion and future work. We entrust the implementation of the "neural network" block to the shoulders of a third-party microservice, and we ourselves already conduct a study of the process of solving the evaluation problem and select those indicators that will become the basis of the evaluation. In addition, our task is also to create a training set of values for the neural network.

References

[1] Orekhov S., Malyhon H. Metrics of virtual promotion of a product. // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: System analysis, control and information technology. Collection of Scientific papers. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – Vol. 2 (6) 2021. – P. 23-26.

[2] Orekhov S., Godlevsky M. An Enterprise Financial State Estimation Based on Data Mining. // Gesellschaft für Informatik eV, 2001. – P. 229-235.

[3] Orekhov S., Kopp A., Orlovskyi D., Goncharenko T. A Method for Evaluating the Efficiency of the Semantic Kernel in the Internet Promotion Channel. // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. Switzeland: Springer, 2023. – Vol. 181. – P. 246–259.

[4] Ziakis C., Vlachopoulou M., Kyrkoudis T., Karagkiozidou M. Important Factors for Improving Google Search Rank. // Future Internet. – 2019. – 11(32). – P. 3-14.

HOUSE PRICE PREDICTION USING MACHINE LEARNING METHODS

Peretiatko O. (olena.peretiatko.knm.2020@lpnu.ua)
Lviv Polytechnic National University (Ukraine)

This study offers a detailed exploration of the real estate market analysis process, encompassing data collection, preprocessing, and advanced machine learning modeling. The findings indicate robust predictive accuracy, essential feature identification, and a user-friendly interface for property valuation.

Introduction:

The real estate market in stands as a pivotal sector of the economy and society, constantly evolving and impacting the lives of thousands of individuals. It is a dynamic and incredibly diverse realm, offering various opportunities to investors, buyers, sellers, and market participants. However, accurately determining property values under specific conditions and parameters remains a challenge, demanding an objective and reliable approach.

In this context, my research endeavors to explore real estate market and develop a model that can determine property values, considering diverse factors such as location, property type, building condition, construction year, and other parameters. This model is designed for specific cities or regions and will serve as a valuable tool for various user groups interested in real estate.

A crucial aspect of this research involves gathering and analyzing up-to-date real estate market data and developing a methodology to make forecasts and assessments of property values, considering changing conditions and market factors. My work aims to contribute to a more objective and informed real estate market, assisting various market participants in making well-founded decisions regarding real estate.

Research Objectives:

The primary goal of this research is to create a model based on current market data and analysis, providing users with a reliable tool to determine property values in specific conditions. The model will account for a variety of factors influencing property prices, offering detailed information to simplify decision-making processes related to real estate.

Additionally, I plan to develop an interactive interface based on geospatial data, allowing users to easily interact with the model. Through this interface, users can select a point on the map, input various property parameters (such as property type, number of rooms, building condition, etc.), and obtain an approximate property value for that specific location. This interface will be a convenient tool for anyone interested in Ukrainian real estate, providing quick and reliable information about property values.

The novelty of this research lies in its application of modern technologies, analytical methods, and an interactive approach to determine property values. This makes it an innovative and significant contribution to the real estate sector.

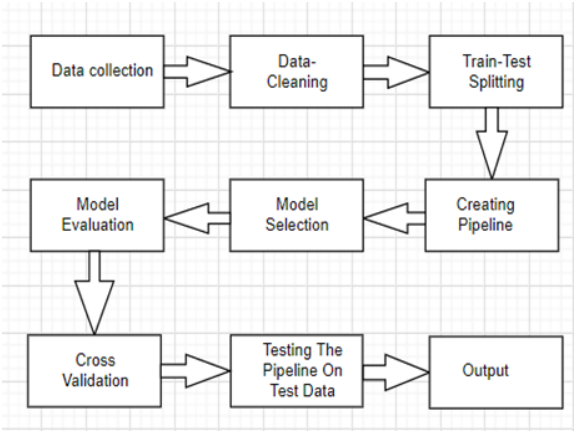


Figure 1. Stages of the real estate market analysis process

Literature Review:

In the field of housing price prediction, various methods such as machine learning, linear regression, deep learning, fuzzy logic, and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS) have been employed. Studies have shown promising results with approaches like ANFIS, multi-dimensional linear regression, and fuzzy logic. These methods demonstrate improved accuracy and the potential for handling larger datasets in housing price forecasting [1-5].

Materials and Methods:

The analysis of the real estate market comprises several key stages as illustrated in Figure 1.

1. Data Collection: In the initial stage, essential data is gathered from various online sources, including information about prices, area, room count, and property locations. Ensuring data validity and structure is crucial, along with integrating data from different sources into a unified database using automation for efficiency.

2. Preprocessing: After data collection, the next step involves data preprocessing, which includes encoding categorical variables into numerical ones, handling missing values through methods like mean or median imputation, addressing inconsistencies, and standardizing or normalizing data.

3. Modeling: Various machine learning algorithms are employed for building property price prediction models, such as linear regression, LASSO regression, Ridge regression, Elastic Net regression, random forests, gradient boosting, and artificial neural networks (ANN). These models help capture relationships between features and property prices, from simple to complex and nonlinear ones.

4. Price Forecasting: This stage utilizes the trained models to predict property prices. The results of these predictions can be further analyzed and used for decision-making in the real estate domain.

5. Data Visualization: The final step involves displaying and presenting the results obtained from the analysis and modeling. Frameworks for web development, such as Flask and Angular, may be used to create tools that determine property values in specific locations based on these models.

Results of Research:

After conducting the study and utilizing various analytical methods for real estate price prediction, the following outcomes were obtained:

1. Prediction Accuracy: Using machine learning models, including linear regression, LASSO regression, Ridge regression, Elastic net regression, random forests, and others, achieved high prediction accuracy. The highest accuracy was observed in the random forest model with a coefficient of determination (R-squared) of 0.79, indicating that the random forest model best represents the relationship between various features and property prices.

2. Feature Selection: Leveraging LASSO and Elastic net regression effectively selected the most important features that have the most significant impact on property prices. This improved the quality of the models and simplified their structure.

3. Correlation Analysis: To further understand the factors influencing property prices, we conducted a correlation analysis between different features and property prices. Correlation helps determine how strongly one variable changes concerning another. Pearson's correlation coefficient was used for numerical features (e.g., area, room count, and property prices) to measure linear dependency.

4. Anomaly Analysis: During the study, we identified anomalies or outliers in the data and took corrective actions to improve the stability and reliability of our models.

5. Key Factors: Our results indicated that property area, room count, location, and price history are among the most critical factors influencing property prices. This information can be valuable for real estate professionals and investors.

References

[1] Rawool, A. G., Rogye, D. V., Rane, S. G., & Vinayk, D. A. (2021). House Price Prediction Using Machine Learning.

[2] Wang, P. Y., Chen, C. T., Su, J. W., Wang, T. Y., & Huang, S. H. (2021). Deep Learning Model for House Price Prediction Using Heterogeneous Data Analysis Along with Joint Self-Attention Mechanism.

[3] Zhou, C. (2021). House price prediction using polynomial regression with Particle Swarm Optimization.

[4] Kamire, A., Chaphalkar, N., & Sandbhor, S. (2021). Real Property Value Prediction Capability Using Fuzzy Logic and ANFIS.

[5] Kaushal, A., & Shankar, A. (2021). House Price Prediction Using Machine Learning.

УДК 007:343.304

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА УНИКНЕННЯ ПЕРЕШКОД ДЛЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ НА ОСНОВІ ДАТЧИКІВ LIDAR І КАМЕР

Плохой О. С., Савінов В. Ю.
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв (Україна)

Виявлення перешкод має вирішальне значення для навігації автономних мобільних роботів: це необхідно щоб якомога точніше переконатися в їх присутності та визначити їх положення відносно робота. Автономні мобільні роботи для навігації в приміщенні використовують кілька спеціальних датчиків для різних завдання. Одним з таких досліджень є локалізація робота в просторі.

Об'єкт дослідження (розробки): процеси автоматизованого керування роботом за допомогою технології IOT.

Предмет дослідження (розробки): розробка методів виявлення та уникнення перешкод з використанням датчиків LiDAR і камер

LiDAR, що означає Light Detection and Ranging, є типом датчика, який використовує лазерні промені для вимірювання відстані та створення точних карт навколишнього середовища. Основний Принцип LiDAR полягає у випромінюванні лазерних променів і вимірюванні часу, необхідного для світла відображати назад до датчика, дозволяючи йому обчислювати відстань до об'єктів. Датчики LiDAR зазвичай складаються з кількох компонентів, у тому числі лазерного джерела, сканера тощо приймач. Лазер випромінює промінь світла, який сканер спрямовує на середовище для картографування.

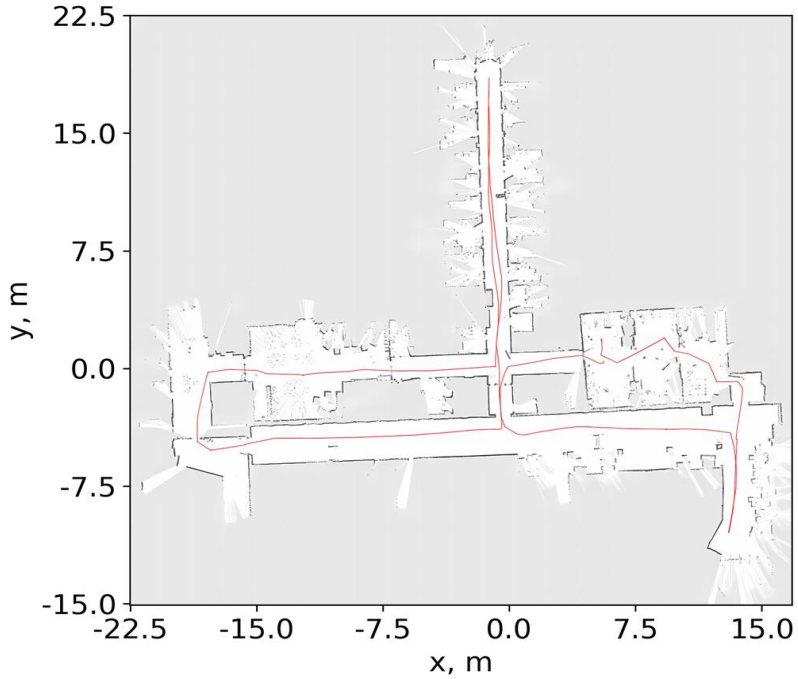


Рис 1 - У наведеному візуальному представленні червоний колір позначає траєкторію робота, чорний колір показує дані датчика LiDAR, білий колір використовується для позначення області, яка була виявлена датчиком LiDAR, а сірий колір — область, яка не була охоплена датчиком LiDAR. поле зору датчика.

Коли лазерний промінь потрапляє на об'єкт, частина світла залишається відбивається назад до датчика, де його виявляє приймач. Час, який потрібен світло, яке повертається до датчика, використовується для обчислення відстані до об'єкта. Повторюючи у цьому процесі багато разів можна створити карту навколишнього середовища. Датчики LiDAR є зазвичай використовується в широкому діапазоні застосувань, включаючи робототехніку, автономні транспортні засоби,

геодезія та 3D мапінг. Вони особливо корисні в середовищах, де датчики, такі як камери або радар, можуть бути менш ефективними, наприклад, в умовах слабкого освітлення або коли середовище захаращене перешкодами.

У цьому дослідженні дані були зібрані за допомогою фізичного датчика LiDAR, зокрема SLAMTEC RPLIDAR A2, який мав робочу частоту 10 Гц. Як правило, пристрій генерував приблизно 300 балів. Симуляція була розроблена для імітації таку поведінку та згенерував подібну кількість балів.

Червоним позначена траєкторія робота, а чорним – дані від лідера (див. рис. 1).

Чим ближче датчик до перешкоди, тим краще полігон її описує. Це робиться для того, щоб переконатися, що датчики мають значну похибку відстані. Якщо датчик розміщено якомога ближче до перешкоди, вплив кутової похибки та похибки відстані буде зменшено, що дає можливість більш точно визначити перешкоду, як у випадку (a), де результуючий набір сегментів ідеально описує точки датчика. У випадку (d), де знаходиться перешкода на відстані 400 сантиметрів від датчика, щодо площі двох багатокутників, алгоритм вважає перешкоди більшими, ніж у попередніх випадках. Це означає що дисперсія відстані датчика, в даному випадку, досить велика, і вона більше вигідно припустити, що перешкода більш значна, ніж вона є. Це допоможе побудувати навігаційний алгоритм для побудови планів, які не можуть бути перебудовані в майбутньому (див. рис 2).

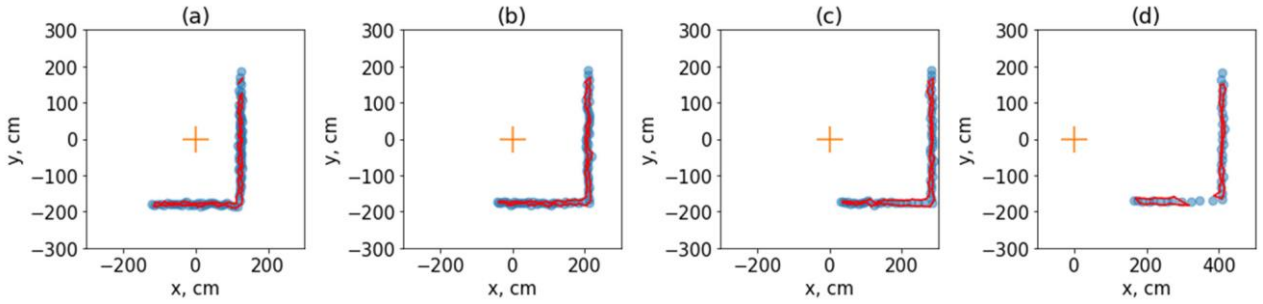


Рис 2. - На малюнку помаранчевим кольором показано положення датчика LiDAR, яке збігається з початковою системою координат. Червоним кольором позначені передбачувані перешкоди. Синій колір позначає зображення датчика. (a) Блок знаходиться на відстані 100 см від датчика. (b) Перешкода знаходиться на відстані 200 см від датчика. (c) Перешкода знаходиться на відстані 300 см від датчика. (d) Перешкода знаходиться на відстані 400 см від датчика.

Алгоритм має відносно низьку обчислювальну складність, завдяки чому підходить для використання в проектах, де автономні мобільні роботи мають обмежену обчислювальну потужність.

Крім того, алгоритм легко розпаралелюється, що може ще більше скоротити час виконання на багатоядерних процесорах.

Список використаної літератури

[1] Zhang, J.; Ren, M.;Wang, P.; Meng, J.; Mu, Y. Indoor Localization Based on VIO System and Three-Dimensional Map Matching. Sensors 2020, 20, 2790

[2] Jahn, U.; Heß, D.; Stampa, M.; Sutorma, A.; Röhrig, C.; Schulz, P.; Wolff, C. A Taxonomy for Mobile Robots: Types, Applications, Capabilities, Implementations, Requirements, and Challenges. Robotics 2020, 9, 109

[3] Rodríguez-Fernández, V.; Menéndez, H.D.; Camacho, D. A Study on Performance Metrics and Clustering Methods for Analyzing Behavior in UAV Operations. J. Intell. Fuzzy Syst. 2017, 32, 1307–1319

УДК 004.8

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РІЗНИХ СФЕРАХ ЖИТТЯ

Подольхов М.М., Удачина К.О. (m.podolkhov@gmail.com, k.o.udachina@ust.edu.ua)
Український державний університет науки і технологій (Україна)

Наведено приклади використання методів штучного інтелекту в різних сферах життя. Представлено переваги та недоліки. Звернено увагу на ризики і небезпеку, що можуть виникнути при безконтрольному використанні технологій штучного інтелекту.

Стрімке збільшення обсягів інформації в різних сферах нашого життя потребує використання сучасних методів її обробки. Аналіз, синтез, моделювання, прогнозування, прийняття рішень, розпізнавання образів – ці та інші завдання можна виконувати за допомогою методів штучного інтелекту (ШІ).

Першими програмами ШІ були: Logic Theorist Аллена Ньюелла та Герберта Саймона, чат-бот ELIZ Джозефа Вайценбаума, японський інтелектуальний людиноподібний робот WABOT-1. Пізніше проявив себе комп'ютер IBM Deep Blue, всім відомі Facebook, Twitter та Netflix також використовують технології штучного інтелекту [1]. Джон Маккарті, Алан Тюрінг, Віктор Глушков, Дональд Гебб, Марвін Мінський, Дін Едмондс – це лише деякі імена вчених, які займалися дослідженнями в сфері ШІ [2].

Сьогодні штучний інтелект продовжує розвиватися стрімкими темпами. І треба пам'ятати, що використання ШІ може призводити як до позитивних, так і до негативних наслідків. Звісно, є багато вдалих прикладів застосування методів ШІ [3]:

– автоматизована обробка та очищення великих обсягів даних, включаючи видалення аномалій, заповнення відсутніх значень і перетворення даних для подальшого аналізу;

– створення візуальних зображень та графіків для ілюстрації структури та залежностей в даних допомагає аналізувати дані та робить їх зрозумілими для прийняття рішень;

– розв'язування завдань прогнозування за допомогою алгоритмів машинного навчання, як-от прогноз цін на товари, попит на продукцію, фінансові ризики тощо;

– визначення груп схожих об'єктів в наборах даних (кластеризація) або класифікація об'єктів в одну з попередньо визначених категорій, що може бути корисним у багатьох сферах, включаючи медицину, маркетинг, кредитний скоринг;

– використання ШІ у медичних дослідженнях та діагностиці шляхом аналізу медичних зображень, сигналів і даних пацієнтів значно полегшує процес прийняття рішень, зменшує людську помилковість і покращує точність передбачень.

В сфері обслуговування ШІ також відіграє значну роль: обслуговування клієнтів за допомогою чат-ботів, віртуальних асистентів та інших інтерактивних інтерфейсів.

Використання штучного інтелекту в макроекономіці відкриває нові горизонти для економічного аналізу та управління на національному та регіональному рівнях, що допомагає економістам і державним органам вирішувати складні завдання, пов'язані з моніторингом, прогнозуванням та оптимізацією економічних процесів;

ШІ активно використовується для оцінки кредитоспроможності клієнтів. Автоматизовані системи можуть аналізувати кредитну історію та інші фактори для визначення рівня кредитного ризику.

Аналіз великих обсягів економічних даних, включаючи інформацію про ВВП, безробіття, інфляцію, інвестиції та інші показники також можна виконувати на основі методів ШІ. Використовуючи алгоритми машинного навчання, розробляються більш точні прогнози, які допомагають урядам і бізнесу приймати обґрунтовані рішення.

ШІ допомагає урядам розробляти більш ефективну фіскальну політику, аналізуючи вплив різних фіскальних і фінансових заходів на економіку. Він може моделювати різні сценарії та оцінювати їхній вплив.

У багатьох онлайн-сервісах ШІ використовується для створення персоналізованих рекомендацій для користувачів на основі їхньої історії взаємодії з платформою. ШІ може

аналізувати тексти, виявляти настрої та визначати ключові теми у великих обсягах текстових даних, наприклад, для моніторингу громадської думки та аналізу соціальних мереж.

Завдяки алгоритмам машинного навчання ШІ аналізує динаміку ринку, прогнозуючи майбутні коливання цін на фінансові активи, зокрема акції, облігації та фонди. Цей інструмент допомагає менеджерам з управління активами приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу ресурсів. Автоматизація процесу управління портфелем відбувається на основі підбору оптимальної комбінації активів, виходячи з інвестиційних цілей і ризиків, за допомогою роботів-порадників або інших програмних рішень. ШІ також використовується для постійного моніторингу ризиків і аналізу портфелів, виявлення можливих загроз і надання рекомендацій щодо їх усунення. ШІ допомагає керуючим активами оптимізувати процеси управління, зменшити витрати та підвищити ефективність. ШІ може створювати персоналізовані інвестиційні стратегії для клієнтів на основі їхніх індивідуальних фінансових цілей і ризиків.

Також важливе значення має штучний інтелект для аналізу соціальних мереж, для визначення суспільних настроїв і новин, які можуть вплинути на фінансові ринки. ШІ може створювати віртуальних фінансових консультантів, які пропонують клієнтам поради щодо інвестування та фінансового планування. Використання ШІ в управлінні активами загалом підвищує якість управління активами, забезпечуючи кращий контроль ризиків і сприяючи кращим фінансовим результатам для інвесторів.

Алгоритмічна торгівля (також відома як AI-трейдинг) використовує ШІ для автоматизованої купівлі та продажу фінансових інструментів на ринках. Це дозволяє реагувати на короткострокові можливості та зменшує вплив людського фактору в торгівлі. ШІ може аналізувати транзакції та виявляти підозрілі або шахрайські дії. Це допомагає фінансовим установам захиститися від фінансових шахраїв.

Використання ШІ сприяє розробці стратегій розвитку країн і регіонів, допомагаючи вибрати найкращі шляхи для досягнення економічного зростання і стійкості. Застосування ШІ в макроекономіці може поліпшити якість прийняття рішень і сприяти підвищенню ефективності управління економікою. Однак важливо бути обережними у використанні цих технологій, забезпечувати захист даних і дотримуватися етичних стандартів для забезпечення справедливого і сталого розвитку.

Штучний інтелект змінює те, як люди взаємодіють з грошима. ШІ допомагає фінансовій галузі впорядкувати й автоматизувати процеси, пов'язані з прийняттям кредитних рішень, кількісною торгівлею та управлінням фінансовими ризиками.1

ШІ в особистих фінансах дозволяє споживачам керувати своїм фінансовим здоров'ям. Це може включати фінансові консультації 24/7 за допомогою чат-ботів, що обробляють природну мову, або персоналізовану інформацію для рішень з управління капіталом. Одним з ключових бізнес-кейсів для ШІ у сфері фінансів є його здатність запобігати шахрайству та кібератакам.

ШІ продовжуватиме автоматизувати виробничі процеси, підвищуючи продуктивність і знижуючи витрати. ШІ також відіграватиме ключову роль у розробці нових продуктів і послуг, допомагаючи виявляти нові можливості та тенденції.

ШІ можна використовувати для збору та аналізу великих обсягів даних, що дасть змогу виробникам краще розуміти свої процеси та пропонувати кращі рішення. ШІ також можна використовувати для автоматизації виробничих функцій і діяльності, обробки даних для прийняття рішень, а також для аналізу взаємодії та людських емоцій.

Штучний інтелект буде відігравати все більш важливу роль в оптимізації логістичних процесів. Його використовуватимуть для автоматизації планування та управління запасами, а також для прогнозування попиту й оптимізації маршрутів доставки.

ШІ продовжить трансформувати маркетинг, роблячи його більш персоналізованим і цілеспрямованим. ШІ буде використовуватися для аналізу поведінки споживачів і створення більш точних моделей прогнозування, що дозволить компаніям краще розуміти своїх клієнтів і пропонувати їм більш релевантні продукти і послуги.

Разом з усіма перевагами використання ШІ в різних напрямках слід згадати і про недоліки [4]. Що стосується сфери освіти, то вже зараз всім відомий ChatGPT викликає багато питань. Одне з побоювань полягає в тому, що учні можуть перестати мислити самостійно, використовуючи готові відповіді на запитання. Заміна, хоч і часткова, реальних людей роботами створюватиме загрозу скорочення робочих місць. Розповсюдження шкідливих програм, кібернетичні атаки,

втрати даних – все це може стати причиною великих збитків компаній. Також відомі випадки поширення неправдивої інформації, що призводить до негативних наслідків в соціальних, культурних, економічних та політичних сферах.

Отже, разом зі стрімким розвитком методів штучного інтелекту піднімаються питання не лише про позитивний ефект від їх впровадження, але й про ризики і небезпеку. І що людство отримає в результаті – залежить від нас самих.

Список використаної літератури

1. Що таке штучний інтелект: історія, види та складові. Дата звернення: 12.10.2023. [Онлайн]. Доступно: https://gigacloud.ua/blog/navchannja/scho-take-shtuchnij-intelekt-istorija-vidi-ta-skladovi

2. Штучний інтелект. Дата звернення: 12.10.2023. [Онлайн]. Доступно: https://rosolovska25.blogspot.com/2020/10/blog-post.html

3. Сфери застосування штучного інтелекту. Дата звернення: 12.10.2023. [Онлайн]. Доступно: https://aiconference.com.ua/uk/news/oblasti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-92253

4. Штучний інтелект і людина: загрози і можливості. Дата звернення: 12.10.2023. [Онлайн]. Доступно: https://www.radiosvoboda.org/a/shtuchnyi-intelekt-zagrozy-i-mozhlyvisti/31145992.html

УДК 004.8

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАГРОЗИ

Проценко Н.М., Чорноног А.Ю. (pronatanic@gmail.com, styyyche@gmail.com)
Державний біотехнологічний університет (Україна)

В тезах наведено огляд поточного стану штучного інтелекту, його типи та сфери застосування. Розглянуто перспективи впровадження новітньої технології як фактору розвитку, а також висвітлено можливі загрози від його використання.

Останнім часом можна спостерігати у ЗМІ та соціальних мережах бурхливі захоплення з приводу кожної чергової картинки, що намальована нейромережею. З кожним роком сфера використання машин розширюється і знаходить попит у найнесподіваніших варіантах. До провідних галузей виробничого та економічного життя належать фінанси (алгоритмічна торгівля, андеррайтинг), державне управління, військова сфера, медицина (прогнозування, аналітика). Однак чимало науковців скептично висловлюються в бік штучного інтелекту, називаючи його імітацією інтелекту. Варто відмітити, що за останні кілька років розробки в галузі штучного інтелекту досягли піку популярності, але чим ширше впроваджується ця технологія, тим більше виникає питань: це науково-технічний прогрес, завдяки якому лікарі зможуть ставити більш точні діагнози, логістика та рух на дорогах стануть більш безпечними та ефективними? Чи навпаки, це певний аналог людського розуму, який може стати конкурентом у професії, бізнесі, творчості або створювати проблеми у сфері конфіденційності та безпеки?

Створення та розвиток теорії машинного навчання та комп'ютерного інтелекту почалося у 1950-х роках минулого століття. Вперше термін «штучний інтелект» (ШІ) використав Джон Маккарті (американський дослідник інформаційних технологій та засновник функціонального програмування) під час свого виступу в Дартмутському коледжі у 1956 році і, впродовж цього довгого шляху те, що колись народжувалося в уяві письменників-фантастів, тепер стало реальністю: штучний інтелект все більше і більше вступає в контакт з людиною.

На відміну від фон Нейманівської архітектури архітектури електронно-обчислювальних машин (комп'ютер), в основу штучного інтелекту покладено нейромережі. Принципи роботи мереж цифрових нейронів були описані в 1943 р. нейропсихологом У. Мак-Калоком та нейролінгвістом У. Піттсом [1]. У 1957 р. нейрофізіолог Ф. Розенблатт, натхненний публікацією Маккаллоха і Піттса, розробив цифрову нейронну мережу.

Архітектура нейромережі це математична модель сприйняття інформації людським мозком. Алгоритми, що засновані на нейромережах, дозволяють комп'ютерам навчатися самостійно

завдяки можливості переглядати великі обсяги даних та виконувати завдання на основі прикладів, а не покладатися на програми, які створено людиною. Існують чотири типи штучного інтелекту: реактивні машини, самосвідомі системи, обмежена пам'ять та теорія розуму, кожний з яких має свої унікальні характеристики та можливості. Розглянемо де-які сфери людської діяльності, де застосування штучного інтелекту відбувається найбільш динамічне та які можливості і загрози воно може в себе нести.

Один з важливих і перспективних напрямів сфера охорони здоров'я. Застосування систем, в основу яких покладені алгоритми штучного інтелекту, кардинально змінюють підходи до діагностики та лікування пацієнтів. Ці системи здатні аналізувати величезні обсяги даних пацієнтів, допомагати лікарям виявляти закономірності та ставити більш точні діагнози. Проте здоров'я людини залежить не тільки від правильного встановлення діагнозу, але й методів лікування та відповідних ліків. Вартість розробки одного препарату зараз оцінюється у 2,6 $ млрд. Проте, не рідкісні випадки, коли розроблені ліки не проходять випробувань або не отримують схвалення регулюючих органів. Тому фармацевтичні компанії все частіше використовують ШІ, щоб підвищити ефективність та точність розробки препаратів. Прикладом може бути знахідка вчених Массачусетського технологічного інституту антибіотиків халіцину, який здатний знищити супербактерії, що викликають туберкульоз [2]. Без новітньої технології вчені не могли відкрити нові класи антибіотиків понад 30 років. Дослідження IT-компанії USM Systems показало, що 50 % світових медичних організацій планують запровадити технології штучного інтелекту до 2025 р. Зокрема, фармацевтичні компанії вкладатимуть більше коштів у відкриття нових ліків від хронічних та онкологічних захворювань. Найбільше в штучний інтелект у 2022 році інвестувала медична галуз 6,1 $ млрд. Відповідно до звіту Quince Market Insights та прогнозу аналітиків, глобальний ринок штучного інтелекту у створенні лікарських препаратів зростатиме в середньому на 28,34 % протягом прогнозного періоду з 2023 по 2032 рік [3].

Проте є низка внутрішніх проблем, які заважають повномасштабному впровадженню ШІ у сегментах охорони здоров'я. На сьогоднішній час жодна технологія не може надати 100 % точність, тому існує ризик помилок, які можуть призвести до травм пацієнта або інших проблем зі здоров'ям.

Навчання систем штучного інтелекту потребує більших обсягів даних. Однак зібрати вичерпні дані про здоров'я досить складно, оскільки вони можуть бути розосереджені за численними системами і така фрагментація збільшує ризик помилки, знижує повноту наборів даних та підвищує вартість їхнього збору.

Дуже гостро стоять питання конфіденційності та етики, оскільки завжди пов'язані з даними реальних людей. У охороні здоров'я багато зацікавлених сторін: пацієнти, страхові та фармацевтичні компанії, медичні працівники тощо. Тому, для максимальної довіри до технологій потрібна система, яка забезпечить конфіденційність даних та їх захист від зловмисників.

На другому місці за обсягами інвестицій у технологію ШІ в 2022 році це управління даними 5,9 1 $ млрд. У сьогоднішньому цифровому середовищі управління даними стало важливим компонентом успіху бізнесу. Проведене соціологічне опитування багатьох організацій продемонструвало високий ступень визначення важливості аналізу великих даних, при цьому 72 % з них заявили, що вкрай важливо, щоб зберігати конкурентну перевагу [3]. Для збереження конкурентоспроможності організаціям необхідно витягувати з наявних даних найбільш глибокі та точні корисні відомості, що становлять практичну цінність, досить швидко, щоб встигнути впровадити їх, доки є можливість отримати найбільшу віддачу. Засновані на цих рішеннях здатні запустити інновації в масштабах всієї організації, розкрити можливості для випуску нової продукції або виходу на нові ринки, забезпечити фахівців з продажу більш конструктивними ідеями для обговорення та виявити внутрішні процеси, які можна покращити.

Компанія Owens-Illinois, один із найбільших світових виробників упаковки, в результаті впровадження ШІ досягла 50 % скорочення витрат на сховище і як мінімум 20-30 % підвищення ефективності за часом відповіді на транзакцію [4].

Розширення присутності компанії Knorr-Bremse (виробляє гальмівні системи) на світовому ринку шляхом придбання та об'єднання підприємств, призводить до значно суттєвого збільшення обсягу даних, що потрібно обробляти цілих (4 терабайта даних щодня). Томас Браухле, директор з IT-архітектури та стратегії компанії Knorr-Bremse, відмічає, що за допомогою новітньої технології час складання звітності скоротився на 98 % (з 3 хвилин до 3 секунд) [5]. Це надає значні переваги.

Однак в сучасній економіці, що базується на даних, конфіденційність та безпека даних залишаються найважливішими проблемами для бізнесу. Оскільки обсяг генерованих та оброблюваних даних продовжує зростати, зростають і ризики, пов'язані з керуванням ними та їх захистом. Високий ступень пріоритетності цих проблем обумовлений великими збитками для бізнесу. Згідно з недавнім дослідженням, яке було проведено компанією IBM, середня вартість витоку даних становить 4,85 $ млрд. [6].

Якщо розглядати застосування штучного інтелекту в розрізі країну, то тут у лідерах Китай та Індія. У цих країнах найвищі показники розгортання штучного інтелекту 58 % і 57 % відповідно, тоді такі розвінути країни як Канада, Великобританії, США демонструють більш скромні досягнення в цьому напряму (28 %, 26 %, 25 % відповідно) [7]. За дослідженнями WEF з понад 800 компаній приблизно 75 % заявили, що планують впровадити технології штучного інтелекту протягом наступних п'яти років. Але, за їхніми прогнозами, це призведе до скорочення до 26 млн робочих місць на адміністративних і облікових посадах, включно з касирами, продавцями та бухгалтерами.

Підводячи підсумки, варто відміти, нині штучний інтелект використовується у всіх галузях – від бізнесу до медицини, змагається у складних іграх і виграє у людей, вигадує рекламу і навіть самостійно пише код. Безумовно, перелік позитивних переваг для людства від застосування штучного інтелекту величезний. Штучний інтелект вже займає значну частину різних сфер діяльності людства, замінюючи його на небезпечних і важких роботах, або просто полегшує цю роботу до мінімуму. Розробляються великі плани освоєння космосу за допомогою ШІ, а також вивчення світового океану.

Проте технологія поки що мало вивчена. Зараз ніхто остаточно не знає, як працює штучний інтелект. Вчений з Массачусетського технологічного інституту (MIT) Уілл Найт відмітив: «Комп'ютери, які запускають ці служби, запрограмували себе, і вони зробили це незрозумілим нам способом. Навіть інженери, які створюють ці програми, не можуть повністю пояснити їхню поведінку» [8]. Глава Tesla та SpaceX Ілон Маск ще у 2014 р. називав штучний інтелект «найбільшою загрозою». Застосування ШІ може призвести, наприклад, до появи самоврядної зброї, економічного колапсу та конфлікту машин з людьми. Найголовніша проблема небезпеки штучного інтелекту це люди, які його розробляють, налаштовують, використовують, закладають у нього свої ідеї, імітацію почуттів, необхідні алгоритми, тобто управляють їм, переслідуючи певні цілі. Тому штучний інтелект може привести або к розквіту людства, чи стати найгіршим моментом в його історії.

Список використаної літератури

[1] McCulloch, W.S., Pitts, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5, 115–133 (1943). [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/BF02478259 [Accessed: October 10, 2023].

[2] Top 5 AI Use Cases in Pharma & Bio Medicine. *News USM*. September 4, 2022. [Online]. Available: https://usmsystems.com/ai-in-pharma-and-biomedicine/ [Accessed: October 11, 2023].

[3] Quince Market Insights 2022 report on artificial intelligence. [Online]. Available: https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/11/28/2563342/0/en/Artificial-Intelligence-AI-in-Drug-Discovery-Market-to-Grow-at-a-CAGR-of-28-34-over-the-forecast-period-2023-to-2032-Quince-Market-Insights.html [Accessed: October 11, 2023].

[4] Artificial Intelligence Market (AI). *MarketsandMarket*. [Online]. Available: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html?gclid=Cj0KCQjw1aOpBhCOARIsACXYv-fMYSCLoWP3LvQdZr8hjDspoXkS4OiCClk0FZZQpTDl4E5tcyRL8_caAhATEALw_wcB [Accessed: October 13, 2023].

[5] Knorr-bremse acquires share in israeli artificial intelligence start-up autobrains. News. November 2, 2021. [Online]. Available: https://www.knorr-bremse.com/en/media/press-releases/knorr-bremse-acquires-share-in-israeli-artificial-intelligence-start-up-autobrains.json [Accessed: October 12, 2023].

[6] Анвар М. 5 тенденцій управління даними, за якими варто стежити у 2023 році. *Astera Software*. 12 квітня 2023 р. [Онлайн]. Available: https://www.astera.com/ru/knowledge-center/data-management-trends/ [Accessed: October 12, 2023].

[7] Юрасов С. Штучний інтелект на підприємствах світу. *Dev Україна*. 8 липня 2022 р. [Онлайн]. Available: https://thepage.ua/ua/news/rozvitok-shtuchnogo-intelektu-pozbavit-roboti-miljoni-lyudej/amp [Accessed: October 10, 2023].

[8] Even the creators of AI do not fully know how it works. *BIG THINK+*. April 17, 2017. [Online]. Available: https://bigthink.com/the-future/black-box-ai/ / [Accessed: October 13, 2023].

UDC 004.8; 616.31

USAGE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DENTAL PRACTICE OPTIMIZATION

Shabatura[1] Y.V., Rybak[2] V.R. (volodymyr.rybak@nltu.edu.ua)
[1] Hetman Petro Sahaidachnyi National Ground Forces Academy (Ukraine),
[2] Ukrainian National Forestry University (Ukraine)

This study conducted a review analysis of various models for designing and training artificial neural networks, including convolutional and capsule neural networks. Through comparative analysis, the most accurate model for training was selected, and potential applications of this model for the development of an intelligent information system that can be useful to medical specialists in the field of dentistry during consultations and diagnosis of dental diseases were identified.

In dentistry, as in most other areas of medicine, accurate and fast diagnosis is essential for successful patient treatment. Even an experienced doctor can sometimes find it difficult to make the right diagnosis, especially in complex cases, even when using modern technology. Thus, the development of solutions for consultative care for dentists is becoming increasingly important.

In this paper, we have analyzed several artificial neural network training models and selected the most suitable one to be used in the development of an intelligent information system that will perform the functions of a dental assistant. This development can be a useful tool for improving the accuracy and speed of dental diagnostics, which will lead to better treatment results and greater patient satisfaction.

In their daily work, dentists face a large number of complex tasks, one of which is the need for accurate and timely diagnosis of various diseases in patients. To accomplish this task, healthcare professionals must have in-depth knowledge and extensive experience, as well as access to advanced equipment and technologies. However, even the availability of all the necessary resources does not significantly simplify this task, especially when it is necessary to consider the results of several examinations, analyze various factors, and assess possible risks to obtain an accurate conclusion. [1]

In this context, the development of an intelligent information system based on artificial neural networks can be an important step towards improving the speed and accuracy of diagnosis and treatment in dentistry. Such technologies can reduce the time required to make a diagnosis, as well as increase its accuracy and reliability.

To implement this intelligent information system, it is recommended to use artificial neural network models, in particular convolutional and capsule neural networks. These models allow for efficient processing of images and other types of data obtained during medical examinations of patients.

Collecting a large amount of data about various dental diseases and general health conditions of patients, including images, laboratory test results, and other important parameters, is very important when developing an information system. It is planned that the neural network will be trained using this data, which will allow for accurate rapid diagnostics.

The system will be ready to be implemented in real life after the model training process is completed. The dentist will be able to upload patient data, including photos and other important parameters, to the system. The next step is to use the trained neural network to make a quick and accurate diagnosis. The results can be shared with the doctor and patient for discussion.

To create the proposed intelligent information system, convolutional and capsule neural networks were taken into account. Both of these models are based on the principles of deep learning and are used to process images and other types of data, but they differ in their approaches to information processing and the number of parameters.

Convolutional Neural Networks (CNNs) are more traditional and common models for image processing. They contain an input image layer, several convolution and summation layers, and several fully connected layers. CNNs work efficiently with images of different resolutions and sizes, are relatively easy to implement and train and demonstrate fairly accurate results in image classification tasks. However, they are not always effective in solving image localization and segmentation tasks. [4]

Capsule neural networks (CapsNet) are the latest type of model that uses capsules instead of traditional neurons as the main element. The structure of capsules is more complex, which allows us to take into account the interaction between different aspects of the image. CapsNet proved to be more effective in image localization and segmentation tasks, but more demanding in terms of resources and time for implementation and training. [3]

One of the evaluation criteria was a comparative characterization of CapsNet and CNN models based on their "training" and evaluation on the same input datasets from MNIST and CIFAR-10, which are often used for model testing. The results of this comparison are presented in Table 1.

Table 1 Accuracy comparison of CapsNet and ConvNet models

Size of the training dataset	MNIST		CIFAR-10	
	CapsNet	ConvNet	CapsNet	ConvNet
250	0.5778	0.5577	0.3754	0.3902
500	0.5034	0.5133	0.5741	0.4828
1000	0.6532	0.6904	0.6595	0.6702
10000	0.9307	0.9817	0.8631	0.8814

When comparing convolutional and capsule neural networks for integration into an intelligent information system that will provide assistance to a dentist, it was found that capsule networks were more effective in recognizing images of teeth and associated diseases. In addition, capsule networks are able to process more complex data, such as 3D images, compared to convolutional networks, which are optimized for 2D images only. Convolutional networks, however, can be faster and require fewer training parameters, which can be useful when processing large datasets.[2]

Considering the above advantages, a convolutional neural network was chosen for this information system because it provides more accurate image recognition and can process more complex data, which is critical for accurate diagnosis and effective treatment of dental diseases.

To train the model, you will need to use the prepared data, dividing it into training, validation, and test datasets. The model should be trained on the training data by adjusting the training parameters. After each training iteration, it is important to check the accuracy of the model on the validation data and adjust the training parameters to achieve optimal results.

To implement this project, we decided to use the TensorFlow framework, which is an open-source software for machine and deep learning. TensorFlow provides an extensive set of functionalities for building and tuning neural networks, including convolutional and capsule networks, as well as convenient tools for parameter tuning and model performance evaluation.

Model training involves supplying an input training dataset and target values, setting the required number of iterations and batch size, and setting input training parameters such as optimization algorithms, loss functions, number of layers, etc.

After the model training process is complete, it should be evaluated on test data to ensure its accuracy and efficiency. TensorFlow provides a convenient evaluation function that determines the accuracy of the model based on various metrics such as accuracy, loss, and other task-specific metrics. These metrics help to understand how well the model performs its tasks. The obtained metric values can be used to further fine-tune the model by changing hyperparameters or network architecture.

The results of model evaluation on test data provide important information about its performance and the ability to further optimize for improved accuracy and efficiency. The TensorFlow platform provides the means to easily analyze these results and further improve the model, which is critical for the development of a highly efficient intelligent information system that will assist dentists in their daily practice.

With the training set used and by adjusting the model parameters, including the number and size of kernels, we managed to achieve an accuracy of 91.38% in detecting caries lesions. This emphasizes the importance of optimizing model parameters to ensure greater accuracy of results. These data may be useful for the future development of systems for detecting and diagnosing dental diseases using computer vision. [4]

To improve the accuracy of the model, several possible methods can be considered, such as increasing the size of the training dataset, using more complex neural network architectures, using data augmentation, optimizing model hyperparameters, using hybrid models, etc. At the same time, it is important to ensure the quality and representativeness of the training dataset and appropriate data processing. [2]

In the future, we can consider developing a more sophisticated system for detecting and diagnosing dental diseases using computer vision, which will include not only caries detection but also other diseases such as periodontitis, inflammation, bone defects, etc.[1] Such a system can help dentists detect and diagnose various diseases and provide more effective and accurate treatment.

In addition, it is possible to consider developing a mobile application that will provide access to the information system from any location, allowing dentists to effectively use the system even during remote consultations with colleagues and other specialists.

Conclusion: The study emphasized the scientific and practical importance of using artificial intelligence as an assistant for dentists. The proposed system has shown quite good results but can be improved by increasing the size of the input dataset. Moreover, the system has the potential for expansion, including the addition of prognostic assessments, treatment planning, and diagnosis of a wider range of pathologies.

References

[1] S. V. Deshmukh, “Artificial Intelligence in Dentistry”, Journal of the International Clinical Dental Research Organization, vol. 10, no. 2, p. 47, 2018.

[2] Gritsevskiy, A., Korablyov, M.: Capsule networks for low-data transfer learning. CoRR, 2018.

[3] Jiang, X., Wang, Y., Liu, W., Li, S., Liu, J.: Capsnet, cnn, fcn: Comparative performance evaluation for image classification. International
Journal of Machine Learning and Computing 9(6), pp. 840–848, 2019.

[4] You, W., Hao, A., Li, S., Wang, Y. and Xia, B., Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments. BMC Oral Health, 20(1). p. 141, 2020.

УДК 004

РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ АГЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ НАВЧАННЯ ІЗ ПІДКРІПЛЕННЯМ

Ткачук І.В., Рудніченко М. Д. (nickolay.rud@gmail.com)
Національний Університет «Одеська Політехніка» (Україна)

В роботі наведено результати опису розробки інтерфейсу системи дослідження агентних моделей на базі навчання із підкріпленням. Інтерфейс користувача побудовано за модульною структурою у відповідних формах засобами мови C#.

Вступ. В поточний час актуальним напрямком дослідження стають підходи до побудови інтелектуальних моделей, що базуються на машинному навчанні та його різних його варіаціях.

Зокрема, у навчанні з підкріпленням існує агент взаємодіє з навколишнім середовищем, роблячи дії. Навколишнє середовище дає нагороду за ці дії, а агент продовжує їх робити.

Алгоритми з частковим навчанням намагаються знайти стратегію, яка приписує станам навколишнього середовища дії, одна з яких може вибрати агент у цих станах.

Середовище зазвичай формується як марківський процес прийняття рішень (МППР) з кінцевою множиною станів, і в цьому сенсі алгоритми навчання з підкріпленням тісно пов'язані з динамічним програмуванням.

Імовірності виграшів та переходу станів у МППР зазвичай є величинами випадковими, але стаціонарними у межах завдання [1].

При навчанні з підкріпленням, на відміну від навчання з учителем, не надаються вірні пари "вхідні дані-відповідь", а прийняття субоптимальних рішень (що дають локальний екстремум) не обмежується явно.

Навчання із підкріпленням намагається знайти компроміс між дослідженням невивчених областей та застосуванням наявних знань. Баланс вивчення-застосування під час навчання з підкріпленням досліджується у задачі про багаторукому бандиті [2].

Постановка завдання. Актуальним завданням є розробка програмного застосування, здатного проводити експериментальні дослідження різних моделей та алгоритмів побудови агентних систем на базі навчання з підкріпленням.

Під час запуску програмного забезпечення користувача зустрічає головне меню (рис. 1).

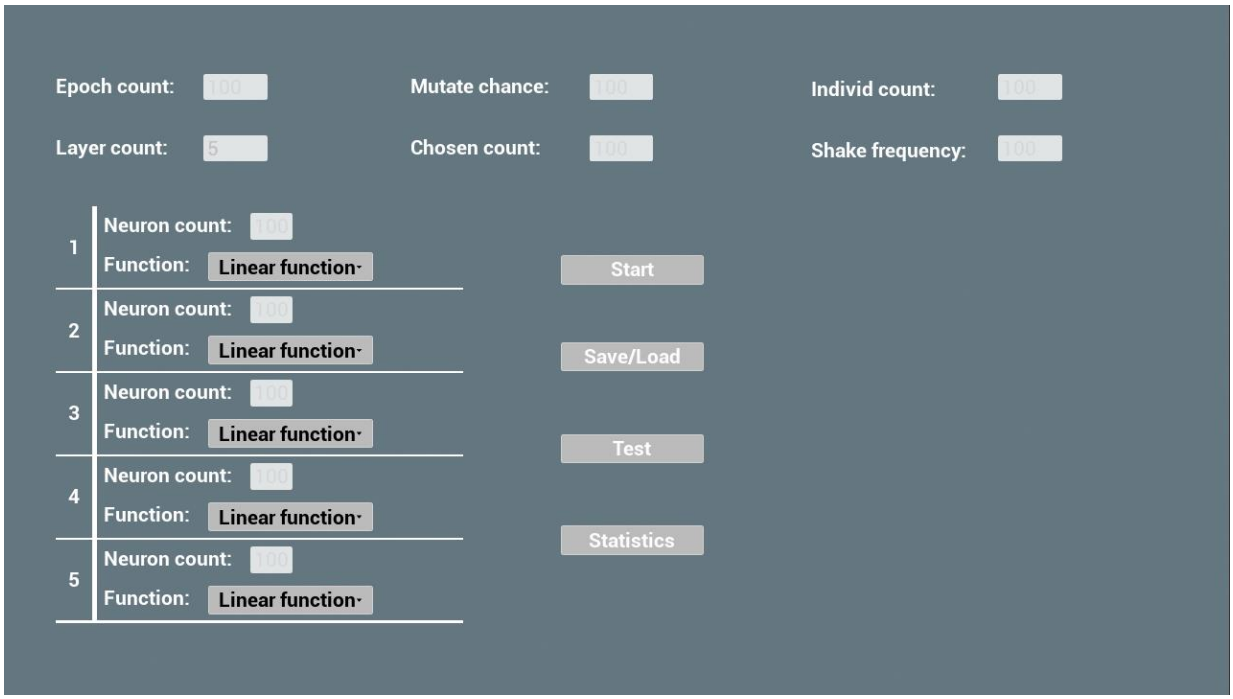


Рисунок 1 – Головне меню під час запуску

Тут користувачу необхідно ввести гіперпараметри:

1. Epoch count – параметр, який визначає кількість епох необхідних за час навчання, після чого відбувається збереження нейронної мережі.
2. Layer count – параметр, який визначають кількість внутрішніх шарів нейронної мережі.
3. Mutate chance – параметр, який визначає шанс мутації гена в нейромережі. Необхідно вести десяткове число.
4. Chosen count – параметр, який визначає кількість акторів, які будуть збережені при досягненні найкращих результатів під час навчання.
5. Individ count – параметр, який визначає кількість акторів, які проходитимуть навчання та взаємодіятимуть з ігровим простором.
6. Shake frequency – параметр, який визначає наскільки часто відбуватиметься струс. Це ціле значення, яке показує, раз, у скільки епох відбуватиметься струс.

Після введення параметра Layer count генерується список додаткових полів, які потрібно заповнити.

У головному меню є кілька кнопок:

1. Start – кнопка, при натисканні на яку починається процес навчання з вибраними налаштуваннями.

2. Save/Load – кнопка, при натисканні на яку відкривається меню збереження та завантаження нейромережі.

3. Test - кнопка, при натисканні на яку запускається тест завантаженої раніше нейромережі.

4. Statistics – кнопка, при натисканні на яку відкривається вікно статистики завершених нейромереж.

Після заповнення всіх необхідних параметрів для початку навчання користувач натискає кнопку Start.

Після цього відбувається завантаження локації для навчання нейромережі. Головне меню зникає та з'являється заздалегідь вказана кількість акторів, які відбуваються тестування.

У правій стороні екрану знаходиться таблиця найрезультативніших акторів під час навчання.

Таблиця оновлюється кожну епоху та показує актуальну інформацію за результатом навчання користувачеві. Сам процес навчання відбувається за певним алгоритмом.

Насамперед відбувається ініціалізація необхідну кількість акторів, і кожного з них створюється нейронна мережу. Далі, після завершення, виділеного на епоху, часу відбувається підрахунок результатів для кожного актора і збирається статистика. Зберігаються найрезультативніші актори.

Далі відбувається підготовка до наступної доби. Серед найкращих акторів відбувається схрещування між випадковими двома збереженими акторами. Дочірні актори проходять навчання, і цикл повторюється доти, доки не буде пройдено заздалегідь встановлену кількість епох.

Висновки. Розроблений програмний інтерфейс системи дає можливість використовувати її для передачі даних з формування експериментальних розрахунків та дослідження поведінки агентів у різних зовнішніх умовах, що надає користувачу зручний набір засобів для оцінки рівня ефективності роботи побудованих моделей.

Список використаної літератури

[1] Graesser L. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python / L. Graesser. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 416 p.

[2] Practical Reinforcement Learning. / S.M. Akhtar Farrukh. – NY.: Packt Publishing, 2017. — 336 p.

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

Чайковський І. І. (ihor.chaikovskyi.mknssh.2022@lpnu.ua)
Національний університет “Львівська політехніка” (Україна)

Тези присвячені темі «Використання нейронних мереж для прогнозування фінансових ринків». В них розглядаються теоретичні та практичні аспекти застосування штучних нейронних мереж для аналізу та прогнозування динаміки цін на фінансових ринках. Пропонується власний метод удосконалення базового алгоритму, який базується на рекурентних нейронних мережах та аналізі сентименту тексту.

Фінансові ринки є складними та динамічними системами, де різні фактори, такі як економічні події, геополітична ситуація, настрої ринку та багато інших, впливають на ціни активів. Прогнозування руху цін на фінансових ринках має велике значення для інвесторів, брокерів, фондів та інших учасників ринку, оскільки воно може допомогти в прийнятті раціональних рішень з метою зниження ризиків та збільшення прибутків.

Одним з підходів до прогнозування фінансових ринків є використання нейронних мереж – це клас алгоритмів машинного навчання, які можуть аналізувати великий обсяг даних, виявляти складні залежності між ними та робити прогнози на основі цих залежностей. Використання нейронних мереж в фінансовому аналізі може допомогти виявити різні тенденції, патерни та залежності на ринках, що дозволить робити більш обґрунтовані прогнози.

Однак, використання нейронних мереж для прогнозування фінансових ринків також має свої виклики та обмеження. По-перше, фінансові ринки є непередбачуваними, тому навіть найкращі алгоритми можуть допускати помилки в прогнозуванні. По-друге, фінансові дані можуть бути високошумними та нестабільними що може впливати на точність прогнозів нейронної мережі.

Декілька підходів до використання нейронних мереж у фінансовому аналізі включають використання рекурентних нейронних мереж (RNN) для аналізу послідовних даних, таких як часові ряди цін активів, а також використання згорткових нейронних мереж (CNN) для аналізу структурованих даних. Крім того, можуть використовуватись комбінації різних типів нейронних мереж, а також використання ансамблевих методів, таких як глибоке навчання з підкріпленням (reinforcement learning) та гібридні моделі, які комбінують різні підходи для досягнення кращої точності та надійності прогнозування.

Автори статті [1] запропонували модель LSTM [2], яка складається з 3 шарів LSTM разом із лінійною регресією, яку використали для прогнозування курсу акцій з використанням часових рядів.

Ця модель продемонструвала хороший прогноз порівняно зі стандартним усередненням. Аналіз проводився для різних IT компаній, і показує, як модель LSTM працює краще, враховуючи середню ціну, яка є середнім значенням низької та високої ціни акцій компанії.

Стаття [3] пропонує метод використання нейронних мереж для передбачення рідкісних негативних подій в фінансових часових рядах. Автори використовують попередньо навчену нейронну мережу VGG-16 [4] для розпізнавання зразків у зображеннях, які побудовані з цих самих часових рядів. Метод ефективно працює, навіть коли дані обмежені та сильно незбалансовані.

Результати дослідження показали, що запропонований метод перевершує традиційні підходи до бінарної класифікації та може ідентифікувати зразки, пов'язані з подіями, краще, ніж базові методи.

Запропоноване рішення базується на використанні BERT [5] для аналізу сентименту та LSTM для аналізу часових рядів.

Спершу тексти твітів будуть перетворюватись на оцінку настрою (sentiment), а потім пара історичної ціни та оцінки настрою використовується для прогнозування ціни. Оцінка настрою обчислюється, як:

$$\text{Score}_i = (+/-)max(\text{abs}(N_i, P_i))$$

$$\text{Score} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \text{Score}_i$$

де N_i і P_i – позитивні та негативні значення слів у і-му з k твітів, а abs – абсолютне значення (без урахування знаку).

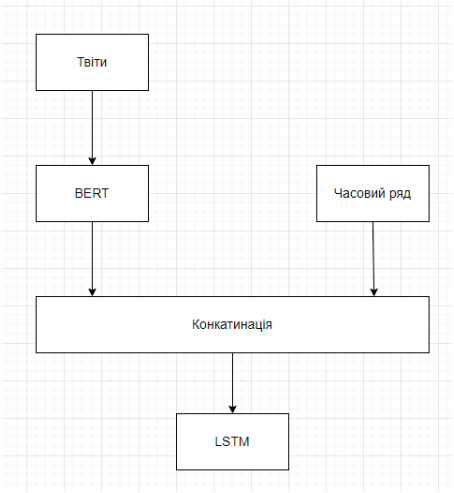


Рис. 1 Схема процесу виконання алгоритму

Після цього (рис. 1) ціна на акцію і час t Price_t, прогнозується парами $(\text{Price}_{(t-1)}, \text{Score}_{(t)}), \dots, (\text{Price}_{(t-m)}, \text{Score}_{(t-m-1)})$ де m – розмір вікна. Для аналізу часових рядів розмір вікна є ключовим фактором, який є кількістю цін минулих днів для прогнозу поточної ціни.

Завдяки проведеному аналізу існуючих моделей та запропонованого алгоритму, було підтверджено, що точність прогнозування з використанням семантичного аналізу BERT та рекурентної нейронної мережі LSTM є вищою, ніж у стандартних моделей, які використовують лише аналіз часових рядів. Аналіз був проведений на наборі даних New York Stock Exchange [6], з використанням метрики MSE (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння роботи алгоритмів

	LSTM	VGG-16	Запропонований алгоритм
Середній MSE	0.0012	0.0014	0.0008

В результаті тестування запропонованого алгоритму було отримано часовий ряд, який практично збігається з початковим (рис. 2)

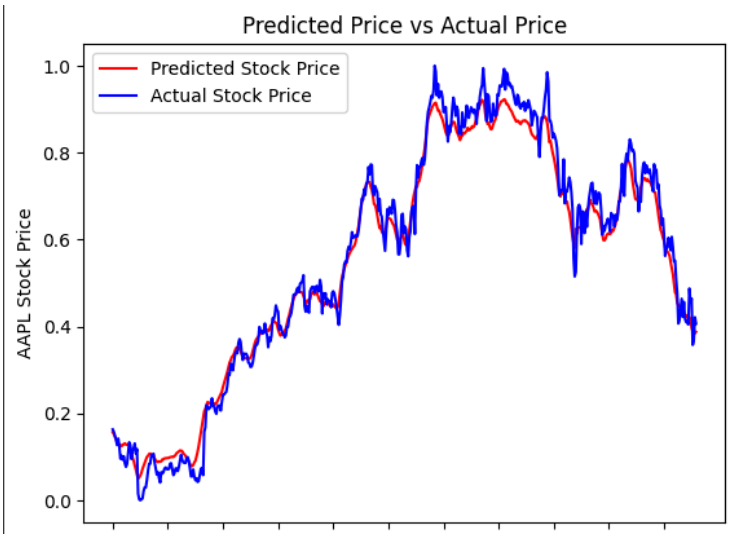


Рис. 2 Передбачені ціни

Висновок. У цій роботі досліджено можливості нейронних мереж для аналізу та прогнозування фінансових ринків, які характеризуються високою складністю та динамічністю. Було порівняно різні підходи до використання нейронних мереж, такі як рекурентні та згорткові, і виявлено їх переваги та недоліки. Крім того, було запропоновано власний метод удосконалення базового алгоритму, який комбінує аналіз часових рядів з аналізом сентименту тексту, використовуючи BERT та LSTM. Експериментальні результати на основі даних New York Stock Exchange показали, що запропонований метод має вищу точність прогнозування, ніж стандартні моделі.

Список використаної літератури

[1] K. R. Shruthi і S. B. Patil, «An LSTM-Based Approach to Predict Stock Price Movement for IT Sector Companies», *Int. J. Cogn. Inform. Nat. Intell.*, вип. 15, вип. 4, 2021, doi: 10.4018/IJCINI.20211001.oa3.

[2] R. C. Staudemeyer і E. R. Morris, «Understanding LSTM -- a tutorial into Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks», arXiv.org. Дата звернення: 08, Жовтень 2023. [Online]. Доступний у: https://arxiv.org/abs/1909.09586v1

[3] T. Basu, O. Menzer, J. Ward, і I. Sengupta, «A Novel Implementation of Siamese Type Neural Networks in Predicting Rare Fluctuations in Financial Time Series», *Risks*, вип. 10, вип. 2, 2022, doi: 10.3390/risks10020039.
[4] «Understanding VGG16: Concepts, Architecture, and Performance», Datagen. Дата звернення: 08, Жовтень 2023. [Online]. Доступний у: https://datagen.tech/guides/computer-vision/vgg16/
[5] R. Horev, «BERT Explained: State of the art language model for NLP», Medium. Дата звернення: 08, Жовтень 2023. [Online]. Доступний у: https://towardsdatascience.com/bert-explained-state-of-the-art-language-model-for-nlp-f8b21a9b6270
[6] «New York Stock Exchange». Дата звернення: 08, Жовтень 2023. [Online]. Доступний у: https://www.kaggle.com/datasets/dgawlik/nyse

УДК 004.8:004.9

ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ДАНИХ ПРИ ПОБУДОВІ ПОЯСНЕНЬ НА ОСНОВІ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВХІДНИМИ ДАНИМИ ТА РІШЕННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Чалий Ч. Ф., Дементʼєв А.М.(serhii.chalyi@nure.ua, artem.dementiev@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

Розглянуто проблему побудови пояснень при представленні інтелектуальної інформаційної системи як «чорний ящик». Виділено відмінності формуванні пояснень для систем у вигляді «білого», «сірого» та «чорного» ящику. Показано, що для побудови пояснення при представленні інтелектуальної інформаційної системи у вигляді «чорного ящику» формуються залежності між вхідними даними та рішенням ІІС. Однак характеристики та кількість вхідних даних для таких залежностей суттєво залежать від предметної області, що потребує виконання попередньої обробки цих даних. Запропоновано підхід до такої обробки, який виділяє найбільш важливі для пояснення дані, що створює умови для побудови пояснення, що є зрозумілим користувачеві інтелектуальної інформаційної системи.

Сучасні інтелектуальні інформаційні системи (ІІС) застосовуються для вирішення задач різноманітної складності в таких галузях як медицина, фінанси, виробництво, транспорт, менеджмент. Розвиток таких систем базується на застосуванні методів машинного навчання, що в багатьох випадках приводить до відсутності розуміння користувачем алгоритмів їх роботи. З позиції прозорості ІІС можна розділити на три групи: системи, що представлені у вигляді «білого», «сірого» та «чорного» ящику. В першому випадку механізм роботи є зрозумілим, в другому – частково зрозумілим для користувача. Алгоритми роботи систем, представлених у вигляді «чорного ящику» є недоступними для користувача. Система стає непрозорою, «чорним ящиком» як в результаті застосування певних моделей представлення знань (наприклад, нейромереж), так і внаслідок юридичних обмежень.

Створення таких систем потребує значних фінансових вкладень, матеріальних витрат на інфраструктуру обчислень, витрат часу декількома командами аналітиків даних і розробників, а також обробки великих об’ємів даних для машинного навчання. Тому зазвичай власники ІІС прагнуть тримати інформацію про використані методи та моделі у таємниці, щоб захистити свої фінансові вкладення. За таких обставин складний і непрозорий процес прийняття рішення в інтелектуальній інформаційній системі не сприяє підвищенню довіри користувача до отриманих результатів. В таких умовах користувач не завжди може використати запропоноване рішення, не бажаючи покладатися лише на обмежену відповідь ІІС у складних умовах практичної діяльності [1].

Для вирішення даного протиріччя в ІІС використовуються пояснення. Існуючі підходи та методи формування пояснень в інтелектуальних інформаційних системах розробляються згідно програмою побудови самопояснювального штучного інтелекту (Explanable Artificial intelligence)[2]. Структуризація підходів до інтерпретації/пояснення результату та процесу роботи інтелектуальної системи з урахуванням їх представлення у вигляді «білого», «сірого» та «чорного»

ящику наведена в табл. 1. Дана структуризація частково спирається на результати, отримані в роботі [3].

Представлена у вигляді «білого» ящику система є самоінтерпретованою. Тобто вона проектується таким чином, щоб могла певною мірою пояснити своє рішення. В даному випадку користувач має повний доступ до моделі, що забезпечує формування рішення. Тобто користувач має можливість модифікувати архітектуру системи.

При представленні системи у вигляді «сірого» ящику користувач може зрозуміти процеси функціонування окремих підсистем інтелектуальної системи. Він має можливість спостерігати за зміною внутрішні даних (наприклад, ваг та градієнтів).

ІІС у вигляді «чорного» ящику має використовувати альтернативні спрощені моделі для пояснення процесу її роботи. В даному випадку відстежуються вхідні та вихідні дані та між ними формуються проміжні залежності, які відображають причини отримання результату.

Таблиця 1 – Відмінності підходів до інтерпретації/пояснення ІІС, представлених у вигляді «білого», «сірого» та «чорного» ящику

Представлення ІІС	Можливості інтерпретації/пояснення	Підходи
«Білий» ящик	ІІС є самоінтерпретованою (користувача має доступ до читання/запису станів системи)	Інтерпретація базується на вивченні внутрішніх взаємозв'язків та залежностей у моделі, що забезпечує прийняття рішення в ІІС; Використовується аналіз альтернатив (контрфактів)
«Сірий» ящик	ІІС є частково інтерпретованою, тобто забезпечує частковий аналіз внутрішнього представлення (користувач має доступ до читання станів системи)	Для інтерпретації або пояснення використовується аналіз окремих елементів моделі, а також аналіз впливу вхідних даних на результат системи
«Чорний» ящик	ІІС потребує пояснення (користувач не має доступу до внутрішньої інформації системи)	Побудова спрощеної моделі прийняття рішень в ІІС, яка відображає причинно-наслідкові зв'язки процесу роботи системи (дерева рішень, правила); Формування моделі пояснення з урахуванням ваги окремих вхідних даних

В даній роботі ми фокусуємося на ситуації розгляду цільової ІІС як «чорного» ящика. В даній ситуації задача побудови пояснення полягає в тому, щоб визначити, на основі яких властивостей вхідних даних модель приймає те чи інше рішення. Така постановка дає можливість пояснити послідовність дій із різним ступенем деталізації, а також з урахуванням непередбачуваних впливів. Для вирішення цієї задачі традиційно використовується метод LIME [4, 5]. Метод підтримує 3 типи вхідних даних: табличний, текстовий та зображення, а також 3 типи класів: категоріальні, бінарні та числові; за кількістю класів: бінарні та мультикласи.

Вихідними даними методу є локальне пояснення (прогноз) для конкретного прикладу та відповідні параметри локальної моделі, такі як коефіцієнти інтерпретації для кожної ознаки. LIME надає вагові коефіцієнти для ознак, які показують їхній внесок у прогноз моделі для даного прикладу. Вагові коефіцієнти показують, наскільки зміни в кожній ознаці вплинули на прогноз. На основі вагових коефіцієнтів можна оцінити важливість ознак для прийняття рішення в цьому конкретному контексті.

Однак даний метод має ряд недоліків, зокрема:

– складність моделі пояснення має бути визначена заздалегідь; необхідно вибрати кількість ознак, які будуть в інтерпретованій моделі;

– генерація альтернативних варіантів вхідних даних виконується на основі випадкової зміни коефіцієнтів властивостей;

– при генерації моделі пояснення не враховуються обмеження в кількості екземплярів альтернативних варіантів вхідних даних, що може призвести до її перенавчання;

Внаслідок вказаних недоліків пояснення схожих варіантів вхідних даних може суттєво відрізнятись [6].

Для того, щоб подолати вказані недоліки, пропонується підхід до побудови пояснень на основі попередньої обробки вхідних даних. Така обробка передбачає структуризації вхідних даних, фільтрування викидів, а також врахування обмежень по кількості вхідних екземплярів для навчання.

Підхід містить такі етапи.

Етап 1. Структуризація вхідних даних в залежності від типу їх властивостей (наприклад, категоріальні, бінарні, числові).

Етап 2. Упорядкування даних за їх важливістю шляхом експертного оцінювання.

Етап 3. Формування множини наборів вхідних даних $\{\overline{X_l}\}$ шляхом комбінування даних за результатами етапу 2.

Етап 4. Упорядкування наборів вхідних даних за їх сумарною вагою.

Етап 5. Відбір підмножини найбільш важливих наборів даних. Порогова оцінка в даному випадку визначається експертами з предметної області.

Етап 6. Встановлення зав'язків між вхідними даними та результатами ІІС.

Етап 7. Попарне порівняння даних за їх впливом на результат. Відкидання із кінцевого набору даних, чий вплив на результат системи $\overline{y_l}$ не відрізняється або відрізняється несуттєво, менше заданого порогового значення.

Результатом запропонованого підходу є вхідна підмножина, яка не містить несуттєвих для користувача вхідних даних (результати етапу 5), а також даних, що не мають суттєво відмінного впливу на рішення ІІС (результати етапу 7). В першому випадку створюються умови для виключення викидів у вхідних даних, а в другому – виключення дублювання даних, що дає можливість спростити модель пояснення щодо прийнятого рішення в інтелектуальній інформаційній системі. Отриманий в результаті попередньої обробки набір даних є вхідним набором для методу LIME.

Таким чином, запропонований підхід формує підмножину актуальних у предметній області вхідних даних, що мають суттєвий вплив на результат ІІС, що створює умови для побудови зрозумілого для користувача пояснення щодо механізму роботи такої системи.

Список використаної літератури

1.T. Miller, “Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences,” Artificial Intelligence, vol. 267, pp. 1–38, Feb. 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007.

2.D. Gunning and D. Aha, “DARPA’s Explainable Artificial Intelligence (XAI) Program,” AI Magazine, vol. 40, no. 2, pp. 44–58, Jun. 2019, doi: https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2850.

3.Giang Dao, Minwoo Lee, (2021). Demystifying Deep Neural Networks Through Interpretation: A Survey. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.07119.

4.M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, “Why Should I Trust You?” Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining - KDD ’16, 2016, doi: https://doi.org/10.1145/2939672.2939778.

5.G. Visani, E. Bagli, and F. Chesani, “OptiLIME: Optimized LIME Explanations for Diagnostic Computer Algorithms,” arXiv.org, Jun. 10, 2020. https://arxiv.org/abs/2006.05714 (accessed Oct. 10, 2023).

6.D. Alvarez-Melis and T. Jaakkola, “On the Robustness of Interpretability Methods.” Accessed: Oct. 11, 2023. [Online]. Available: https://browse.arxiv.org/pdf/1806.08049.pdf

УДК 004.8:004.9

ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПРОВЕДЕНИХ ДІЙ ПРИ ПОБУДОВІ ПОЯСНЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Чалий С.Ф, Єрохін Д.О. (serhii.chalyi@nure.ua, yerokhin.dmytro@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

Анотація. Розглянуто проблему побудови пояснень в системах штучного інтелекту. Показано, що аналіз проведених дій для інтелектуальних систем дає можливість динамічно уточнювати пояснення. Однак існуючі методи побудови пояснень на основі аналізу проведених дій не враховують використання неявних знань користувачем при прийнятті рішення щодо використання результатів системи штучного інтелекту. Запропоновано підхід до уточнення пояснень на основі поєднання аналізу проведених дій в інтелектуальній системі на аналізу логів, що відображають взаємодію користувача з такою системою. Запропонований підхід створює умови для уточнення пояснень з урахуванням досвіду користувача інтелектуальної системи.

Сучасні інформаційні системи використовують складні алгоритми прийняття рішень, які базуються на використанні машинного навчання. Тому механізми прийняття рішень не завжди є зрозумілими для користувачів таких систем, що може привести до недовіри до запропонованих рішень. Відповідно, знижується ефективність використання таких систем. Для подолання цієї проблеми використовуються методи пояснювального штучного інтелекту (Explainable Artificial Intelligence –XAI) [1]. Мета XAI полягає в тому, щоб зробити процеси в інтелектуальних інформаційних системах прозорими для користувачів. XAI надає пояснення щодо причин та умов формування рішення. Тобто XAI дає можливість представити у вигляді «білого ящика» закриту згідно концепції «чорного ящика» інформаційну систему. Використання XAI дає можливість з'ясувати, що саме і чому зробила система під час формування рішення.

При побудові пояснень щодо рішення системи важливо мати оцінку цих пояснень користувачами. Для формування такої оцінки використовується процес After-Action Review for AI – AAR/AI (аналіз проведених дій для інтелектуальних систем). AAR/AI – це процес застосування агентів штучного інтелекту, що визначають, чи було пояснення корисне користувачу системи [2]. Виконаний в роботі [3] аналіз дає можливість зробити висновок про те, що розуміння людиною процесу прийняття рішень в інформаційній системі покращується при проведенні попереднього опитування клієнтів. Також розуміння процесу роботи інтелектуальної системи спрощує виявлення можливих помилок в рішеннях інформаційної системи. Слід зазначити, що інтерпретація роботи системи у порівнянні з передбаченням її результатів дає можливість суттєво підвищити сприйняття отриманого рішення користувачем.

Однак підхід After-Action Review for AI має суттєвий недолік, пов'язаний із вибором альтернативних варіантів роботи із системою. AAR/AI пропонує декілька варіантів подальшого процесу використання інтелектуальної інформаційної системи. Особа, що приймає рішення, має власні, засновані на досвіді та знаннях правила щодо вибору способу використання інформаційної системи. Ці знання можуть бути неформалізованими, неявними, що приводить до невизначеності щодо використання рішення системи. Кінцевий результат вибору користувача може не співпадати із запропонованим системою рішенням. Дана проблема пов'язана із властивостями неявних (tacit) знань. Ці знання не піддаються формалізації безпосередньо. Однак вони можуть бути виявлені основі аналізу поведінки користувачів при взаємодії з інформаційною системою. Така поведінка зазвичай відображається в логах системи. Тому аналіз логів у процесі в After-Action Review for AI створює умови для вдосконалення пояснень, які надаються системою штучного інтелекту.

Методи аналізу логів інформаційних систем розробляються в рамках інтелектуального аналізу процесів (Process Mining). Інтелектуальний аналіз процесів [4] забезпечує виявлення, моніторинг та вдосконалення процесів на основі аналізу даних із журналів подій інформаційних систем та подальшої побудови моделей таких процесів. Журнали подій (логи) використовуються для побудови поточного графу процесу (тобто опису процесу «як є», що відображує використання неявних знань користувачем) та подальшого удосконалення моделі процесу.

Існуючі підходи до побудови пояснень в рамках XAI передбачають формування пояснень як кінцевого, незмінного результату для користувача. Однак користувач може невірно або не до кінця зрозуміти сутність рішення інформаційної системи. Використовуючи інтелектуальний аналіз процесів, можна дослідити спосіб використання користувачем отриманої інформації. Такий підхід дає можливість постійно уточнювати пояснення та робити їх більш зрозумілим для людини.

Запропонований підхід дає можливість доповнити процес інтерпретації результату інтелектуальної інформаційної системи аналізом логів з тим, щоб змоделювати дії користувача. Тоді процес пояснення буде включати наступні етапи: попередній аналіз поведінки користувача та його взаємодії з додатком (1); надання пояснень щодо процесу отримання та використання результатів у інформаційній системі (2); аналіз журналу подій за результатами етапів 1 та 2 (3); уточнення пояснення (4).

Розглянемо приклад реалізації даного підходу у грі-стратегії. XAI в даному випадку використовується як допоміжна система для людини. Однак пояснення для людини може бути недостатньо зрозумілим або інтуїтивно хибним. Тому є сенс доповнити такий пояснювальний штучний інтелект журналами подій. В журнали буде вноситись інформація про дії користувача. При отримані процесом з журналу подій негативного результату вибору, системою ПШІ буде запропоновано новий більш уточнений варіант. Лог файл буде розширений двома параметрами, які штучний інтелект буде аналізувати для уточнення результату. Приклади журналів подій для одного з випадків:

[01/Okt/2023:10:10:10 +0200] - INFO - "StrGame.exe" - "Variants: 1.a - because... 2.b - because... 3.c - because...";

[01/Okt/2023:10:10:31 +0200] - SEVERE - "StrGame.exe" - "User selected variant 'd'";

[01/Okt/2023:10:10:32 +0200] - INFO - "StrGame.exe" - "Previous explanation was understandable? 1.yes 2.no";

[01/Okt/2023:10:10:38 +0200] - SEVERE - "StrGame.exe" - "User selected variant 'no'";

[01/Okt/2023:10:11:39 +0200] - INFO - "StrGame.exe" - "Variants: 1.a - another explanation... 2.b - another explanation... 3.c - another explanation... 4. Clarification is needed?";

Вказаний вище журнал подій складається з п’яти записів. Вони містять коротку інформацію про систему та обрані варіанти користувачем. Перший запис рекомендує користувачу варіанти кроків. На другому етапі користувач обирає інший варіант (інформація про це помічається як SEVERE). На третьому етапі агент уточнює, чи було зрозумілім пояснення. Користувач надає негативну відповідь. Останнім кроком система уточнює варіанти для вибору користувачем.

Таким чином, запропонований підхід дає можливість уточнити пояснення з урахуванням реакції користувача.

Список літератури

1. DARPA's explainable AI (XAI) program: A retrospective, Volume 2, Issue 4 / D. Gunning, E. Vorm, J. Yunyan Wang, M. Turek., 2021;

2. Applied AI Letters, Volume 2, Issue 4, Special Issue: DARPA's Explainable Artificial Intelligence (XAI) Program / D. Gunning, E. Vorm, J. Yunyan Wang, J. Turek., 2021;

3. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems, Volume 11, Issue 3-4 / J. Dodge, R. Khanna, J. Irvine, K. Lam., 2021;

4. Aalst W. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes / Aalst. – Berlin, 2011.

УДК 004.8:004.9

ВИКОРИСТАННЯ КОНТРФАКТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПОЯСНЕНЬ

Чалий С.Ф., Лещинський В. О. (serhii.chalyi@nure.ua, volodymyr.leshchynskyi@nure.ua)
Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)

У роботі розглянуто задачу побудови пояснень в інтелектуальних системах з використанням контрфактів. Показано, що контрфактичні пояснення дають можливість виділити ключові змінні, які впливають на результат роботи системи штучного інтелекту, що спрощує розуміння пояснення користувачем такої системи. Виділено ключові вимоги до побудови контрфактичного пояснення в умовах невизначеності щодо стану інтелектуальної системи. Запропоновано можливісний підхід до побудови причинно-наслідковаого представлення контрфактичних пояснень з використанням показників можливості та необхідності.

На сьогодні системи штучного інтелекту застосовують складні алгоритми розв'язання практичних задач, що базуються на методах машинного навчання. При навчанні використовуються дані, що описують конкретну сферу знань. Проте отримані моделі в багатьох випадках не є зрозумілими для звичайних користувачів. Тобто користувач не завжди може з'ясувати, як ці системи приймають свої рішення, чому саме вони обирають певні дії або послідовність дій. Для інформування користувача використовуються пояснення. Пояснення мають показати користувачеві, які ланцюжки причин та наслідків призвели до конкретних рішень інтелектуальної системи. Вони можуть відображати взаємозв'язки між характеристиками вхідних даних та результатом або відношеннями між діями, необхідними для прийняття рішення. За допомогою пояснень користувач може оцінити послідовність дій, які призвели до конкретного результату інтелектуальної системи та прийняти або відхилити її рекомендації [1].

Пояснення в інтелектуальних системах повинні містити не всі можливі взаємозв'язки між причинами та наслідками, а лише ті, які мають ключовий вплив на прийняте рішення. Для виділення важливих залежностей використовуються контрфактичні пояснення. Контрфактичне пояснення має на меті розтлумачити рішення інтелектуальної системи шляхом порівняння його з можливими альтернативними варіантами [2]. Іншими словами, це спосіб обґрунтувати прийняте рішення на основі виділення змін в поточних даних, які необхідно було б зробити для отримання іншого результату в системі штучного інтелекту [3]. Так, у разі рішення банківської системи щодо відмови в позиці контрфактичне пояснення має надати зміни в параметрах запиту клієнта банку (наприклад, величини поточного доходу, кредитного рейтингу, майновий статус клієнта, тощо), які дають можливість одержати позитивне рішення щодо цієї позики.

Оскільки інтелектуальні системи, які використовують алгоритми машинного навчання, з точки зору користувача можуть бути представлені "чорними ящиками", то інформація про причинно-наслідкові зв'язки у процесі прийняття рішень може бути неповною. Тому розгляд альтернативних сценаріїв для контрфактного пояснення відбувається в умовах невизначеності як щодо проміжних станів і подій у конкретній сфері знань, так і щодо процесу прийняття рішення.

Створення альтернатив для пояснення в умовах невизначеності потребує застосування нечітких методів для того, щоб оцінити можливий вплив альтернативних причин на рішення інтелектуальної системи. Така оцінка може бути виконана з використанням теорії можливостей. Вищевказане свідчить про актуальність задачі побудови множини альтернативних (контрфактичних) каузальних зв'язків з використанням можливісного підходу [4] для побудови пояснення щодо процесу прийняття рішень інтелектуальною системою.

Для вирішення цієї задачі пропонується підхід до побудови контрфактичного пояснення на основі комбінації мінімальних відхилень вхідних даних та можливісних обмежень.

Контрфактичне пояснення використовує зміну лише кількох ознак, з тим, щоб спростити розуміння користувачем рішення інтелектуальної системи у порівнянні з можливими альтернативами. Однак зменшення кількості ознак може призвести до проблеми неповноти та неточності пояснення, що не дозволить обґрунтувати рішення інтелектуальної системи. Тому

передумовою побудови пояснення є структуризація його ознак. Проведений аналіз властивостей контрфактичного пояснення, що відображає причинно-наслідкові залежності між вхідними даними та результатом системи, дає можливість виділити такі ключові вимоги щодо його побудови: мінімальна різниця між фактичними і контрфактичними значеннями вхідних даних; обмеження для залежностей базуються на основі граничних значень ймовірностей відповідних вхідних даних; мінімальна різниця між фактичним та контрфактичним результатом інтелектуальної системи; наявність підмножини альтернатив, що відображають різні аспекти прийнятого рішення (наприклад, альтернативи по величині доходу або кредитному рейтингу у випадку заявки на позику у банку).

У відповідності до наведених вимог пропонується можливісний підхід до побудови контрфактичних пояснень, що відображають причинно-наслідковий зв'язок між значеннями вхідних змінних та рішенням інтелектуальної системи. Підхід містить такі етапи:

Етап 1. Побудова набору альтернативних значень вхідних даних (контрфактів), що мають мінімальне відхилення від значень фактичних даних, представлених у відомих рішеннях інтелектуальної системи.

Етап 2. Визначення показників можливості та необхідності по кожному елементу вхідних даних. Показник можливості визначає вхідні дані, що можуть максимально впливати на вхідне рішення [4].

Етап 3. Визначення показників необхідності для вхідних даних. Показник необхідності визначає ступінь довіри до отриманого пояснення [4].

Етап 5. Побудова множини контрфактичних пояснень у вигляді пар (значення вхідної змінної, результат роботи системи), для яких показник необхідності перевищує порогове знаяення. Такі пари визначають причинно-наслідкові залежності між значеннями вхідних змінних та результатом роботи інтелектуальної системи.

Етап 6. Упорядкування множини контрфактичних пояснень за показником можливості.

Запропонований підхід, на відміну від існуючих, формує упорядковану за можливістю множину залежностей, як відображають значення ключових змінних в якості можливих причин отриманого в інтелектуальній системі результату, що створює умови для автоматизованого формування упорядкованої множини пояснень при неповноті інформації щодо внутрішніх станів цієї системи у процесі прийняття рішень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

[1] D. Gunning і D. Aha, (2019) “DARPA’s Explainable Artificial Intelligence (XAI) Program”, AI Magazine, Vol. 40(2), pp.44-58, doi: 10.1609/aimag.v40i2.2850.

[2] Чалий С. Ф., Лещинський В. О., Лещинська І. О. (2021) Контрфактуальна темпоральна модель причинно-наслідкових зв'язків для побудови пояснень в інтелектуальних системах,/ Вісник НТУ "ХПІ". Сер. : Системний аналіз, управління та інформаційні технології = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : System analysis, control and information technology : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", № 2 (6), С. 41-46.

[3] Byrne RMJ (2019) Counterfactuals in explainable artificial intelligence (XAI): evidence from human reasoning. In: Kraus S (ed) Proceedings of the twenty-eighth international joint conference on artificial intelligence, IJCAI 2019, Macao, China, August 10–16, 2019, ijcai.org, pp 6276–6282.

[4] Dubois, Didier & Prade, Henri. (2015). Possibility Theory and Its Applications: Where Do We Stand?. Mathware and Soft Computing Magazine. 18. 10.1007/978-3-662-43505-2_3.

УДК 004.89

ОГЛЯД АЛГОРИТМІЧНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЛІЄНТСЬКИХ ПРОГРАМ ЛОЯЛЬНОСТІ

Шубович І.В. (igor.shubovych@gmail.com)
Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

В тезах розглянуто задачі клієнтських програм лояльності, їх важливість для бізнесу. Показано необхідність побудови автоматизованої системи створення програм лояльності. Надано огляд математично, статистичного і алгоритмічного апаратів, що можуть бути використані при створенні такої автоматизованої системи.

Клієнтські програми лояльності – це набір маркетингових інструментів, що заохочують клієнтів продовжувати користуватися товарами та послугами бізнесу. В рамках програм лояльності оператор створює для клієнтів віртуальні чи фізичні картки лояльності, які ідентифікують учасника програми та дають доступ до різноманітних переваг: знижок, бонусів, винагород, персональних пропозицій, тощо.

Програма лояльності допомагає бізнесам зробити випадкових клієнтів постійними, мотивувати їх на нові покупки та користування сервісом, допомагає встановлювати постійну комунікацію з клієнтом та дозволяють краще розуміти своїх клієнтів. Головне завдання таких програм − побудувати довготривалі стосунки зі своїми клієнтами.

Програми лояльності широко використовуються у бізнесах різного масштабу. Окремий поштовх для розвитку програм лояльності дали мережеві бізнеси: мережі магазинів, супермаркетів, паливо-заправних станцій, тощо генерують величезні обсяги даних про транзакції, які використовуються як джерело знань для програм лояльності.

Незважаючи на успіхи, ряд досліджень відмічають розчарування результатами клієнтських програм лояльності. Це пов’язано із неповним використанням даних, відсутності метрик, невірно сконфігурованими програмами лояльності. Невдало спроектовані програми лояльності часто не мають переваг для клієнтів, а використовуються лише для збирання приватних даних зареєстрованих клієнтів.

Це демонструє необхідність розробки єдиного універсального програмного продукту, що допомагав би власникам бізнесів, управлінцям та спеціалістам з маркетингу створювати ефективні та науково-обґрунтовані програми лояльності, що відповідають всім критеріям ведення бізнесу. Даний програмний продукт допоміг би уникати типових помилок конфігурації програм лояльності та вирішував би задачі маркетингу конкретного бізнесу. Програмне забезпечення подібного продукту повинно реалізовувати останні досягнення науки маркетингу і науки про дані (Data Science). Для обробки великого масиву даних можливо застосовувати спеціальні підходи для роботи з великими даними – алгоритми Data Mining та підходи Big Data. Для аналізу вхідних даних пропонується використати алгоритми машинного навчання (Machine Learning - ML), та інші форми штучного інтелекту (Artificial Intelligence - AI).

Клієнтські програми лояльності генерують масиви даних, які включають у себе:

- Інформацію про клієнтів;
- Дані усіх транзакцій здійснених клієнтами;
- Журнал усіх дії, здійснених користувачами на сайті чи у мобільному додатку;
- Дані систем управління відносинами з клієнтами та ін.

Переважно дані клієнтських програм лояльності використовуються для наступних бізнес задач:

- Сегментація клієнтської бази;
- Аналіз пожиттєвої цінності клієнта (CLV);
- Аналіз ризиків втрати клієнта;
- Аналіз купівельних корзин;
- Персоніфікована маркетингова комунікація;
- Тестування гіпотез і експерименти.

Клієнтські програми лояльності дозволяють сегментувати клієнтів за їх діями (behavioral segmentation), а не демографічною приналежності.

Щоб зробити це необхідно:

1. Підібрати набір метрик для опису клієнтської бази. Наприклад, середній розмір чеку, канал купівлі, частота покупки, та подібне. Які саме метрики використовувати залежить від наявних даних та особливостей бізнес моделі.

2. Застосувати алгоритм кластеризації для визначення груп клієнтів (кластерів). Популярними методами є метод K-середніх ([1]), ієрархічна кластеризація ([2]) та інші.

В реальних бізнес-кейсах ці два кроки застосовують декілька раз послідовно для отримання найбільш ефективного рішення. Отримані групи користувачів залежать від природи бізнесу, даних програми лояльності, клієнтської бази.

Пожиттєва цінність клієнта (англ. Customer Lifetime Value, CLV) – це обчислення чистого прибутку, пов'язаного з усіма майбутніми взаємодіями з клієнтом. Для обрахунку CLV використовуються як приблизні (евристичні, статистичні), так і складні алгоритми, що використовують техніки предикативного аналізу.

Згідно з [4], основні моделі для обчислення CLV: базова структурна модель, Regression/RFM модель, Hazard rate модель, BSJ 2008 модель, Pareto/NBD модель, BG/NBD модель, модель ланцюга Маркова. Моделі CLV будуть використовуватися для вибору оптимальних індивідуальних параметрів програми лояльності.

Дані клієнтських програм лояльності можна також застосувати для аналізу ризику втрати клієнта. Розуміння цих ризиків може допомогти запобігти втраті клієнтів.

Найпоширенішими методами обчислення даних ризиків згідно з [5] є наступні:

- модель BG/NBD (Beta Geometric/Negative Binominal Distribution);
- модель BG/BB (Beta Geometric/Beta Binominal);
- модель Pareto/NBD.

В найпростішому з них методі, моделі BG/NBD, використовуються лише такі параметри: кількість транзакцій клієнта, час останньої транзакції, час наявності клієнтського запису, та деякі інші дані. BG/NBD – це статистична модель. Незважаючи на відносну простоту обчислень, на практиці метод показує відхилення від даних на практиці близько 2,8%, що співставно із значно складнішими і менш оптимальними методами машинного навчання. Отже, для частини алгоритмів програмного забезпечення автоматизованих програм лояльності слід використовувати статистичні методи, які можуть демонструвати кращу ефективність.

Аналіз споживчого кошику (Market Basket Analysis) - це набір аналітичних підходів, що спрямований на вивчення поведінки клієнтів, вибору товарів, встановлення асоціацій і зв'язків між товарами у кожному чеку та оцінку ймовірності купівлі товарів разом. Для аналізу споживчого кошику найчастіше використовується один з методів Data Mining – афінітивний аналіз (Affinity Analysis), описаний у [3]. Ціль методу афінітивного аналізу — дослідження взаємного зв'язку між подіями, які відбуваються спільно. Або з’ясувати асоціації між різними подіями, тобто знайти правила для кількісного опису взаємозв'язку між кількома подіями. Ці правила називаються асоціативними правилами (association rules).

Таким чином, проаналізовано математичний та алгоритмічний апарат для моделювання систем побудови клієнтських програм лояльності. Наведені різні підходи машинного навчання, Data Mining, а саме методи кластерного аналізу, навчання асоціативних правил.

Список використаної літератури

[1] Abiodun M. Ikotun, Absalom E. Ezugwu and others. K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data. // Information Sciences (Vol 622), 2023, pp. 178-210.

[2] Johnson, Stephen C. (1967-09-01). "Hierarchical clustering schemes". Psychometrika. 32 (3), pp. 241–254. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/BF02289588

[3] Agrawal, R.; Imieliński, T.; Swami, A. (1993). "Mining association rules between sets of items in large databases". Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data - SIGMOD '93. p. 207. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/170036.170072

[4] Singh, Siddarth S. and Jain, Dipak C. Measuring Customer Lifetime Value: Models and Analysis (February 11, 2013). INSEAD Working Paper No. 2013/27/MKT. [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=2214860

[5] Peter S. Fader, Bruce G. S. Hardie, Ka Lok Lee. “Counting Your Customers” the Easy Way: An Alternative to the Pareto/NBD Model // Marketing Science (Vol. 24, No 2, Spring 2005, pp. 275-284). [Online]. Available: http://brucehardie.com/papers/018/fader_et_al_mksc_05.pdf

УДК 004.8: 631/635:632

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ MOBILNETV2 ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН

Юшкевич Я.В., Селіванова А.В.(mister.ushkevich@gmail.com, avi_selivanova@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Для підвищення ефективності та точності діагностики захворювань рослин та підтримки сільськогосподарського виробництва, вивчається застосування нейромережевої технології MobilNetV2. Це дослідження спрямоване на створення інноваційних інструментів для раннього виявлення проблем в рослинному світі. Об'єктом є застосування штучного інтелекту в аграрній галузі, а предметом - аналіз ефективності MobilNetV2 у завданні розпізнавання хвороб рослин. Це дослідження має потенціал революціонізувати методи аграрної практики та сприяти підвищенню урожайності та стійкості сільськогосподарських культур.

Застосування технологій штучного інтелекту (ШІ) з недавніх пір стало можливим і в сільськогосподарській галузі для підвищення продуктивності та оптимізації стратегій ведення сільського господарства. Серед всіх технологій штучного інтелекту моделі нейронних мереж були визнані потенційним інструментом для надання точних прогнозів і обробки складних наборів даних у сільському господарстві. У цій роботі буде досліджено застосування технологій нейронних мереж в сільськогосподарському секторі, зосереджуючись на їхньому потенційному застосуванні, перевагах і проблемах.

Застосування технологій штучного інтелекту (ШІ) у сільському господарстві стає все більш актуальним завдяки своєму потенціалу підвищити продуктивність та оптимізувати стратегії господарювання. В рамках цього дослідження ми приділяємо особливу увагу застосуванню нейромережевої технології MobileNetV2 для автоматичного розпізнавання хвороб рослин.

MobileNetV2 - це конкретна архітектура нейронної мережі, розроблена для завдань візуального сприйняття, яка вирізняється своєю ефективністю та легкістю. Її висока продуктивність робить її ідеальним вибором для завдань аналізу зображень рослин, де швидкість та точність мають вирішальне значення [1].

Нейронні мережі, включаючи MobileNetV2, базуються на принципах обчислень, інспірованих роботою головного мозку. Вони складаються з великої кількості взаємопов’язаних нейронів, які спільно виконують складні обчислення. У контексті сільського господарства, де дані можуть бути різноманітними та об'ємними, нейронні мережі дозволяють ефективно обробляти великі та складні набори інформації, забезпечуючи точний аналіз стану рослин.

MobileNetV2 може бути навчена та адаптована до розпізнавання хвороб рослин, що дозволяє створювати інтелектуальні системи, спроможні автоматично виявляти ознаки захворювань на основі візуальних даних. Це може значно полегшити та прискорити процес виявлення проблем у сільському господарстві та надати фермерам засоби для негайного реагування [2].

Застосування нейромережевої технології MobileNetV2 для розпізнавання хвороб рослин у сільському господарстві є перевагою, яка обіцяє трансформувати цей сектор. MobileNetV2 володіє унікальною комбінацією швидкості та точності, що дозволяє фермерам виявляти проблеми у рості рослин швидше та надійніше, що в свою чергу сприяє підвищенню врожайності та якості продукції. Ця технологія може стати ключовим фактором у боротьбі з втратами від захворювань рослин та забезпечити стійкість аграрного сектору.

Більше того, MobileNetV2 є гнучкою технологією, здатною адаптуватися до різних умов та типів рослин. Це робить її універсальним інструментом для фермерів та дослідників, які працюють у різних частинах світу та займаються різними культурами [3].

Проте, необхідно вирішувати технічні виклики, пов'язані з якістю та інтерпретацією даних. Для успішного впровадження цієї технології в сільське господарство, необхідно продовжувати наукові дослідження та розробки.

Узагальнюючи, MobileNetV2 для розпізнавання хвороб рослин відкриває перед нами безмежні можливості для підвищення продуктивності та стійкості сільського господарства. Ця технологія віддзеркалює майбутнє сільського господарства, де точність та ефективність стануть стандартом, що допоможе задовольняти зростаючий попит на продукти харчування та забезпечувати стабільність у сільському секторі [4].

Список використанної літератури

[1] Mark Sandler, Andrew Howard, Menglong Zhu, Andrey Zhmoginov, Liang-Chieh Chen – “MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks” 2019.03.21. 541 p. (дата звернення: 02.09.2023).

[2] Deni Sutaji, Oktay Yıldız - “LEMOXINET: Lite ensemble MobileNetV2 and Xception models to predict plant disease” - Ecological Informatics Volume 70, September 2022, (дата звернення: 02.09.2023).

[3] Rodrigo Nunes Wessner , Rejane Frozza , Daniela Duarte, Silva Bagatini , Rolf Fredi Molz , "Recognition of weeds in corn crops: System with convolutional neural networks" Journal of Agriculture and Food Research Volume 14, December 2023 (дата звернення: 02.09.2023).

[4] Tej Bahadur Shahi ,Chiranjibi Sitaula,Arjun Neupane,William Guo - "Fruit classification using attention-based MobileNetV2 for industrial applications" - Published: February 25, 2022 (дата звернення: 02.09.2023).

Розділ 8.

Комп'ютерні ігри та web-дизайн

UDC 004.9

CALCULATION OF THE RATING OF PLAYER INDICATORS TEAM GAME "CS:GO»

Aitzhanov A., Kim Ye.R. (e.kim@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

The system of calculating the rating of players in the computer game "CS:GO" is considered. The shortcomings of the ELO rating system for Kazakhstani players are analyzed. The method of calculating the hidden indicators of the rating of players, which is most relevant for the Kazakh scene, is given.

In recent years, esports has become very popular all over the world, and Kazakhstan is no exception. Already today, the number of his fans around the world is not inferior to the number of fans of the most popular types of traditional sports competitions. It unites many millions of people, regardless of their nationality, age and citizenship. It is obvious that every year the number of participants will only grow, as the further growth of the personal computer fleet continues [1-2].

One of the main success factors of Kazakhstan's esports is the support from the state. The Kazakhstan Esports Federation was established with the aim of developing this industry in the country, supporting athletes and organizing tournaments. In 2018, the government of Kazakhstan officially recognized esports as a sport, which opened up new opportunities for the development of this industry.

However, there are also problems on the way to the development of esports in Kazakhstan. One of the main problems is the distance from European servers, which affects the response time – 50-120 ms. The average reaction time of a person is from 0.2 to 0.5 seconds, but due to the long processing of information, it may take 120 ms more to register an event (a player's action). It's a very long time.

In particular, for this reason, players in Kazakhstan are making their way to the world stage in a slightly different scenario compared to players in Europe. Kazakhstani players are trying to stand out inside the Central Asian scene, where they are waiting for an invitation from a private organization. But despite the abundance of promising players and private organizations looking for a candidate, there is no connection between them.

One of the key problems was a fundamental misunderstanding of the Kazakh scene. As a rule, organizations took five free players who stood out for their statistics. However, this is the wrong approach. In esports, as in any other sport, balance is important. A strategy in which five star players are recruited into the squad usually does not work.

In this regard, an urgent task of an organization engaged in esports is the optimal formation of a team based on the rating of each player. Esports player ratings are usually determined based on their achievements in tournaments and competitions [3].

Esports player ratings are of great importance to various parties, including players, teams and tournament organizers. They help identify the best players and teams in various esports disciplines, which affects their reputation and opportunities to participate in prestigious events.

For the best demonstration of the in-game user group, the FACEIT platform uses a rating system. The ELO coefficient is a method of calculating the relative strength of players in games. The starting value was 1000 points on FACEIT, only after each player received a value that changed in accordance with the matcha rating, and the number of points scored or selected from the average of the other team. The average rating change is 25 points. Calculation of the expected number of points that team A will receive in game C in:

$$E_A = \frac{1}{1+10^{\frac{R_B - R_A}{400}}},$$

where E_A is the expected number of points that team A will score in the game with team B; R_A is the average rating of team A; R_B is the average rating of team B.

Depending on the level of the game and the user's ELO rating, he is assigned the appropriate level of the game, from one to ten:

Level 1: 1 – 800 ELO points.
Level 2: 801 – 950 ELO points.
Level 3: 951 – 1100 ELO points.
Level 4: 1101 – 1250 ELO points.
Level 5: 1251 – 1400 ELO points.
Level 6: 1401 – 1550 ELO points.
Level 7: 1551 – 1700 ELO points.
Level 8: 1701 – 1850 ELO points.
Level 9: 1851 – 2000 ELO points.
Level 10: 2001+ ELO points.

Despite the usefulness of the ELO coefficient, it is not enough to fully demonstrate the strength of the player. CS:GO is an incredibly multifaceted game in which there is a value of all players statistics, since:

1. The ratio of murders and deaths – the ratio of murders and deaths with a fatal outcome.
2. The average percentage of hits to the head is the percentage of death in the head.
3. Win rate – preliminary win.
4. Matches, wins and losses – the total number of matches, the total number of wins and losses.
5. Winstreak – a series of victories.
6. MVP – the number of players for the moonshine game.
7. Ace – round, in which the player has eliminated all the accomplice's teams in solitary.
8. Quad rounds, in which the player has liquidated 80% of the accomplice's team in solitary.
9. Triple – rands, in which the player has liquidated 60% of the partner's combinations in single and other.

Also, players within the team are divided into different roles and positions. Total in CS release:GO players are usually divided into 5 roles:

1. Record-Fragger – opening the game, the role of which must be performed and distract the attention of the participants.
2. Support – a helper game. As a rule, hiding the fragger record is used to identify the user.
3. EAGLE (the leader in the game) is the captain responsible for organizing performances and refusing to comment. A player who, despite poor statistics, is a key link in the team.
4. Sniper – a sniper responsible for hiding his teammates.
5. Lurker – the closing player, in whose field of view is one of the creators of slangs.

Many players are forced to chase good indicators in the ratings, because inexperienced organizations in the search for candidates pay attention only to obvious indicators. They focus on the ELO rating and the kill/death ratio. In this regard, some players resort to various tricks to artificially improve their performance.

One of these tricks is the abuse of one card. The fact is that in the CS game:GO there are several game locations (maps). The trick is to play only one card, to the detriment of others, all the time improving only within its limits. Thus, the player gets good statistics, but the pitfall is that it is relevant only in one location. Getting into the team, such a player is not able to play at other locations at a professional level, which causes stagnation. To track this hidden indicator, a coefficient of maps was developed.

To begin with, the average number of matches on all cards is calculated, then the result is compared with the least popular card of the player. Depending on the result, a coefficient is assigned.

$$V = \frac{M_m}{R_m}, \qquad R_m = \frac{S_m}{7},$$

where R_M is the average number of matches on all the player's cards; S_m is the total number of player's matches; V is the coefficient of cards; M_m is the minimum number of matches played on any card.

An important factor is the position and role of the player. As a rule, snipers have a low percentage of hits to the head (below 45%), entry fraggers are average (from 45% to 55%), and supports are high (from 55%). According to this indicator, you can calculate the position of the player.

The player's role can be calculated by the ratio of murders and deaths. Captains have the worst score – up to 0.89. Lurkers from 0.89 to 1.1. Supports from 1.1 to 1.27. Players with a kill/death ratio over 1.27 are considered stellar.

The relative indicator developed during the creation of the project is the potential of the stellar moment. There are often situations in the game that require the player to be cool and persevering. If the player does not miss the moment, then a "star moment" will appear on the playground. If we draw an analogy with basketball, then this is an analogue of "a throw with a siren – a throw made just before the end of the quarter and the accompanying sound of the siren." The number of such moments a player has formally shows his ability to adapt to various situations, keeping his nerves under control. The potential of the stellar moment is calculated in the following way:

$$H = \frac{S_M + \left(S_A * 5 + S_Q * 4 + S_T * 3\right)}{S_m} * 10,$$

where H is the potential of the stellar moment; S_m is the total number of medals of the MVP of the player; S_A is the total number of Aces of the player; S_Q is the total number of Quads of the player; S_R is the total number of three–place ones of the player; S_m is the total number of matches of the player.

One of the inconspicuous factors affecting a player's prospects is his growth rate. If player *A* and player *B* have the same level of statistical indicators, but player *A* has reached this level 5 times faster than player *B*, then it is more logical to give preference to player *B*. This is due to the faster progression of player *B* and his potential for further development.

To calculate the growth potential , a formula was developed:

$$T = \frac{E}{S_m * 2},$$

where E is an encouraging message from the player; S_m is an encouraging number of matches from the player; T is the growth rate coordinator.

Based on the new data, it is possible to develop an overall rating that objectively reflects the prospects and strength of the player on the Kazakh stage. For this rating, several factors are taken into account, such as the ELO rating, the potential to achieve a stellar moment, the role of the player in the team, the coefficient of cards and the rate of his growth.

Using such an integrated approach allows you to take into account not only the individual performance of the player, but also his influence on team dynamics, potential for further development and successful performance on various maps and in different game modes. Combining all these factors in one rating allows you to get a more complete picture of the strength and potential of a player on the Kazakh esports scene.

$$R = \frac{\left(\frac{E}{1000}\right) * \left(\frac{T}{4}\right) * R_r * V * H}{50},$$

where R is the player's rating; E is the overall ELO of the player; T is the growth rate coefficient; H is the potential of the star moment; R_r is the coefficient of the role player; V is the coefficient of cards.

In conclusion, I would like to note that the calculation of indicators of hidden players in the CS:go discipline is relevant within the Kazakh scene.

Bibliographic references:

[1] Esports in Kazakhstan: history, present and plans for the future. – URL: https://olympic.kz/ru/article/2498-kibersport-v-kazakhstane-istoriya-nastoyashchee-i-plany-na-budushchee.

[2] Zhandildina C. Esports in Kazakhstan: prospects for the development of the gaming industry. – URL: https://dzhk.kz/ekonomika/kibersport-v-kazahstane-perspektivy-razvitiya-igrovoj-industrii.

[3] Borisov A. HLTV has updated the methodology for calculating the individual rating. – URL: https://www.cybersport.ru/tags/cs-go/hltv-obnovil-metodiku-rascheta-individualnogo-reytinga.

UDC 004.9

DEVELOPMENT OF COMPUTER GAMES FOR IN-DEPTH STUDY OF OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

Pan A.A., Kim Ye.R. (e.kim@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

The paper considers the methodology of application of computer game development for a more in-depth study of the principles of object-oriented programming. The main key aspects of object-oriented programming used in writing computer games are given.

Computer game development is an exciting process that not only brings pleasure, but is also an excellent tool for in–depth study of object-oriented programming (OOP). OOP is a programming methodology based on the concept of objects, their interaction and encapsulation.

When creating computer games based on the principles of OOP, developers face a number of interesting tasks that contribute to a deeper understanding of this programming paradigm. Let's look at a few key aspects.

Classes and objects. In the world of games, each element can be represented as an object with its own properties and behavior. For example, a character, weapon, or playing field can be represented by classes, and instances of these classes can be represented by objects (Figures 1-4).

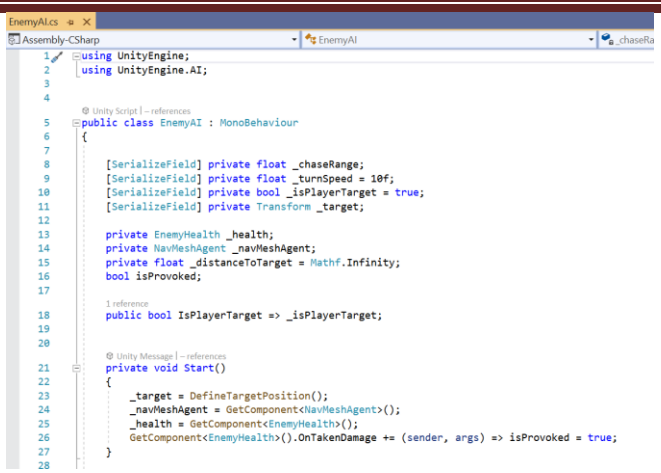
Inheritance. The concept of inheritance in OOP allows you to create hierarchies of objects, which is especially useful in game development. For example, different types of characters can inherit common characteristics from the base class "Character" (Figures 1, 6).

Encapsulation. Using encapsulation allows you to hide implementation details from other parts of the program. In game development, this can be useful for protecting data and making it easy to maintain and change code.

Polymorphism. Polymorphism in OOP implies the ability of objects to take various forms. In the context of games, this can be expressed, for example, in various types of animation for different types of characters (Figures 3, 6).

Event-driven architecture. Games often work based on events and reactions. Game development stimulates the understanding of event-driven architecture, where various events (for example, character movement or interaction with objects) cause certain actions (Figures 4, 5).

In the process of creating a game, students or developers can apply these OOP concepts, which not only enriches their experience, but also makes learning more fun. The result is not only a high-quality game (Figures 7-8), but also a programmer with a deep understanding of object-oriented programming.



```
using UnityEngine;
using UnityEngine.AI;


Unity Script | -- references
public class EnemyAI : MonoBehaviour
{

    [SerializeField] private float _chaseRange;
    [SerializeField] private float _turnSpeed = 10f;
    [SerializeField] private bool _isPlayerTarget = true;
    [SerializeField] private Transform _target;

    private EnemyHealth _health;
    private NavMeshAgent _navMeshAgent;
    private float _distanceToTarget = Mathf.Infinity;
    bool isProvoked;

    1 reference
    public bool IsPlayerTarget => _isPlayerTarget;


    Unity Message | -- references
    private void Start()
    {
        _target = DefineTargetPosition();
        _navMeshAgent = GetComponent<NavMeshAgent>();
        _health = GetComponent<EnemyHealth>();
        GetComponent<EnemyHealth>().OnTakenDamage += (sender, args) => isProvoked = true;
    }

```

Figure 1 – Enemy Script

```
1 reference
private void EngageTarget()
{
    if (_distanceToTarget >= _navMeshAgent.stoppingDistance)
    {
        ChaseTarget();
    }

    if (_distanceToTarget <= _navMeshAgent.stoppingDistance)
    {
        AttackTarget();
    }
}

1 reference
private void ChaseTarget()
{
    GetComponent<Animator>().SetBool("attack", false);
    GetComponent<Animator>().SetTrigger("move");
    _navMeshAgent.SetDestination(_target.position);
}

1 reference
private void AttackTarget()
{
    GetComponent<Animator>().SetBool("attack", true);
}

1 reference
private void RotateToTarget()
{
    Vector3 directionToTarget = (_target.position - transform.position).normalized;
    Quaternion lookAtRotation = Quaternion.LookRotation(new Vector3(directionToTarget.x, 0, directionToTarget.z));
    transform.rotation = Quaternion.Slerp(transform.rotation, lookAtRotation, Time.deltaTime * _turnSpeed);
}
```

Figure 2– Creating methods for enemy behavior

```
private void Update()
{
    if (_health.IsDead)
    {
        _navMeshAgent.enabled = false;
        return;
    }
    _distanceToTarget = Vector3.Distance(_target.position, transform.position);
    if (isProvoked)
    {
        if (_distanceToTarget <= _navMeshAgent.stoppingDistance)
            RotateToTarget();
        EngageTarget();
    }
    else if (_distanceToTarget <= _chaseRange)
    {
        isProvoked = true;
    }
}
```

Figure 3 – Update Method

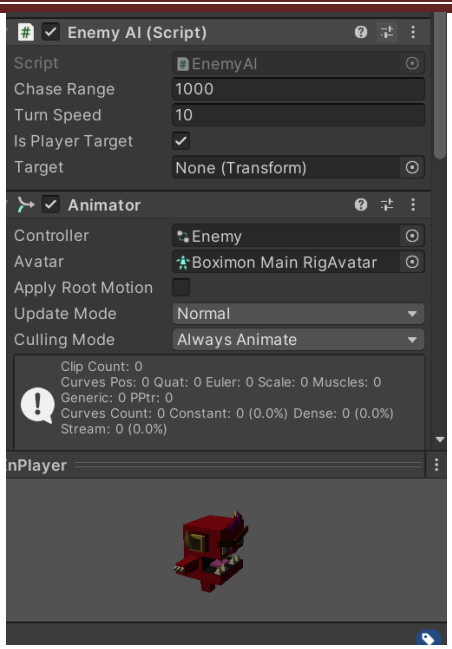


Figure 4 – Ready enemy

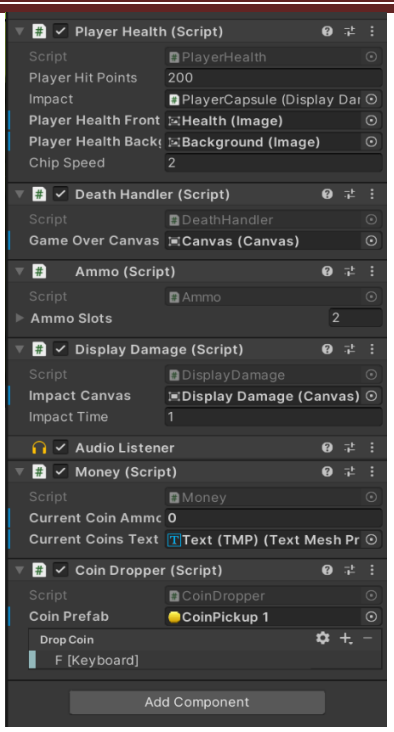


Figure 5 – Player Components

```
public class PlayerHealth : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] private float _playerHitPoints = 100f;
    [SerializeField] private DisplayDamage _impact;
    [SerializeField] private Image _playerHealthFront;
    [SerializeField] private Image _playerHealthBackground;
    [SerializeField] private float _chipSpeed;

    private float _lerpTimer;
    private float _currentHealth;

    Unity Message | 0 references
    private void Start()
    {
        _currentHealth = _playerHitPoints;
    }

    Unity Message | 0 references
    private void Update()
    {
        UpdateCurrentHealth();
    }

    1 reference
    public void DecreaseHitPoints(float amountToDecrease)
    {
        _currentHealth -= amountToDecrease;
        _lerpTimer = 0f;
        _impact.ShowDamageImpact();
        if (_currentHealth <= 0)
        {
            GetComponent<DeathHandler>().HandleDeath();
        }
    }

    1 reference
    private void UpdateCurrentHealth()
    {
        float healthFraction = _currentHealth / _playerHitPoints;
        float fillFront = _playerHealthFront.fillAmount;
        _lerpTimer = _chipSpeed / Time.deltaTime;
        _playerHealthFront.fillAmount = Mathf.Lerp(fillFront, healthFraction, _chipSpeed);
    }
}
```

Figure 6 – Player script

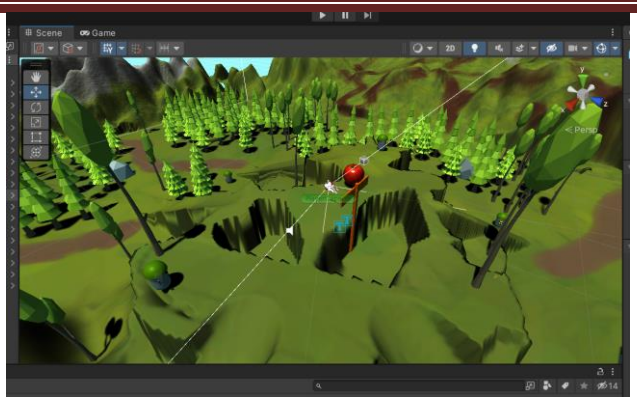


Figure 7 – The finished level of the game

Figure 8 – View of the final project

List of references:

1. Unity Engine article Skysmart [Electronic resource]. – URL: https://skysmart.ru/articles/programming/dvizhok-unity [accessed: 02/14/2023]

2.Why Unity is so popular? Pros and Cons from Lead Developer [Electronic resource]. – URL: https://stepico.com/blog/why-is-unity-the-best-game-engine-pros-and-cons / [accessed: 02/14/2023]

3.Why people say Unity is bad and what is it good for? [electronic resource]. – URL: https://neurosys.com/blog/why-people-say-unity-engine-is-bad [accessed: 02/14/2023]

4.What is Unity? – A Guide for One of the Top Game Engines [Electronic resource]. – URL: https://gamedevacademy.org/what-is-unity / [accessed: 02/14/2023]

UDC 004.9

FEATURES OF WEB GAME DEVELOPMENT IN THE GENRE OF VISUAL NOVELS

Saparov D., Kim Ye.R. (e.kim@turan-edu.kz)
Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan

The paper considers the development of web-games in the genre of visual novels. A feature of the development of games of this genre is a time-consuming preparatory stage, which includes the study of the genre, the analysis of ideas, the creation of presages, dialogue scenarios and game mechanics.

A visual novel is a computer game format based on an interactive story that players can change with their decisions in the game. The genre of visual novels is mainly popular in Japan, where it became widespread in the early 1990s. Visual novels often contain many illustrations and musical compositions, and also have deep plots and characters [1-3].

Creating a web game in the genre of a visual novel can be an exciting process that involves developing a plot, characters, dialogues, game mechanics and design. The genre of visual novels was especially popular in Japan, but was widely recognized around the world. Web games in the genre of visual novel allow players to immerse themselves in the fascinating world of history, making key decisions that will affect the plot. If you are interested in creating games and love stories, then creating a web game in the genre of a visual novel can be an exciting experience for you.

The main stages in the development of web games in the genre of visual novel are:

1. The study of the genre "Visual novel".
2. Analysis of ideas that have already been used in other games in the genre of visual novel.
3. Development of the storyline.
4. Definition of game mechanics.
5. Definition of the main characters.
6. Creating character design and game world.
7. Creating dialog scripts.
8. Programming of game mechanics and logic of the game.
9. Testing the game.

When developing web games in the genre of visual novels, the preparatory stage (stages 1-7), unrelated to programming, takes a lot of time.

The stage "Study of the genre "Visual novel"" includes an introduction to the classic games of this genre, an analysis of their mechanics and devices, as well as the study of popular themes and motifs that are often used in visual novels. In addition, it is important to understand the characteristics of the target audience of this genre in order to create a game that will be interesting to them.

The analysis of the ideas used in other games of this genre is necessary for the formation of viewing and attempts to create their own unique ideas and mechanics to differ from competitors, and subsequently to monetize their game.

The whole further course of the web game development depends on the "Storyline development" stage. As part of this stage, it is necessary to determine the main characters, the events that occur in the game, as well as various relationships between the characters.

Before you start working on the storyline, you need to make sure that the writers and developers fully understand the theme and genre of the game. It is important to identify the target audience and target its interests. This will help to create a high-quality and fascinating story that will be interesting to players.

After the theme and genre of the game are determined, you need to start working on the plot. It should be unique and exciting so that players not only complete the game, but also remember it for a long time.

In order to create a strong storyline, you need to develop well-developed characters. Each of them should have their own unique personality, goals and motivations. It is necessary to create life situations so that players can empathize with the characters and easily get used to the game world.

An important element of the storyline is also the presence of various endings and choices that the player will make during the game. They will help create an additional emotional connection between the player and the characters, as well as increase the repeatability of the game.

The first step in determining game mechanics is to study existing games in the genre of visual novels and analyze their dialog scenarios. Based on this, it is possible to determine the main elements of dialogues, such as the possibility of choosing an answer, the variability of dialogues depending on the choice made, the presence of emotional states of characters, etc.

It is also important to determine how the dialogues will interact with other elements of the game, such as the graphical interface, animations, sound, etc. For example, you can use various effects to highlight important points in dialogues, add a soundtrack to improve the atmosphere of the game.

Creating dialog scenarios is an important stage in the development of game mechanics. They should not only be interesting and exciting, but also logically related to the previous dialogues and the storyline. It is also important to take into account the possible answers of the player and their consequences for the further development of the game.

At the stages "Defining the main characters" and "Creating the design of characters and the game world", the main character traits of each character are described, the character is drawn with different emotions and this can take a very long time. For example, to create a web game with three characters in six emotional states, it will require drawing 18 images (figures 1-6).

Well, the last stage "Creating dialog scenarios", which is part of the preparatory, provides the player with the opportunity to interact with the characters and reveal the storyline.

Before you start creating dialogues, you need to decide on the overall style and mood of the game. They can be serious, humorous, romantic, etc. Depending on the chosen style and mood, it is necessary to create dialogues that emphasize the overall tone of the game and satisfy the tastes of the audience.

Each dialogue must correspond to the character who utters it. To do this, it is necessary to determine the character and characteristics of each character. For example, the main character can be brave and determined, and the secondary character can be funny and a little silly. Dialogues should reflect these qualities of the characters.

One way to create dialogs is to use dialog trees. This means that each player's response affects the further course of the plot and determines the final outcome of the game. This approach allows the player to feel part of the gameplay and make their choice depending on their preferences.

And, of course, after the preparatory stage, the process of programming and testing the game begins.

List of references:

1. Utochkin V. N., Sakhnov K. S. I want to go to gamedev! Fundamentals of game development for beginners. – M., 2021. – 224s.

2. Christopher Hart.: Guide to drawing anime. – M.: 2019. – 144 p.

3. Spicer J.: Sit down and draw! Tutorial on sketching. – M.: 2020. – 302 p.

Figure 1 – Moogie shy

Figure 2 – Moogie sad

Figure 3 – Moogie laughs

Figure 4 – Moogie joyous

Figure 5 – Angry Moogie

Figure 6 – Moogie pensive

УДК 004.92

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ АНІМАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

М. Р. Базалицький (stud.maksim.bazalytsky@vntu.edu.ua)
О. Н. Романюк(rom8591@gmail.com)
М. В. Павлович(maidaniuk2000@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

Анотація

Розроблено метод створення анімації обличчя, використовуючи програмний код, записаний у текстовому файлі. Також було визначено, як швидко змінюється форма губ для відтворення імітації людської мови. Було проведено аналіз можливих мовних фонем англійської мови і методи їх об'єднання для створення ефекту руху поверхні губ людини.

Ключові слова: фонеми, форми губ, полігональна модель, лінгвістичні вирази.

Abstract

A method of reproducing facial animation with the use of program code in a text file has been developed. The rate of change of the shape of the lip to transmit the imitation of human speech was determined. Possible linguistic phonemes of the English language and methods of their construction to simulate the movement of the surface of the human lips are analyzed.

Keywords: phonemes, lepsing, polygonal model, syllables.

Вступ

У сучасному світі існує потреба у швидкій анімації для створення повноцінного віртуального середовища. З метою автоматизації процесу анімації тривимірних персонажів у мультимедійних продуктах та підвищення якості анімаційної поверхні за допомогою заданих координатних точок, важливим є використання підходу, при якому програмний код реалізується через текстовий файл.

Метою роботи є підвищення загальної швидкості роботи з анімаційними зображеннями та точності формування полігональної поверхні.

Результати дослідження

Анімація руху губ в процесі відтворення мовлення є однією з найскладніших задач в області обробки обличчя в анімації. Це пояснюється тим, що мовлення включає велику кількість можливих комбінацій букв та звуків. Аніматори розбивають всі ці звуки на окремі фонеми, які, у свою чергу, піддаються зміні.

Ці фонеми в деталях розбиваються на різні форми губ, які використовуються для імітації руху губ людини під час мовлення. В залежності від рівня деталізації може бути від 4 до 15 різних видів таких форм губ. На практиці в системі імітації мовлення зазвичай використовують п'ятнадцять різних форм губ людини. Під час розмови людей, приголосні звуки можуть викликати рухи щелепи, які відкривають і закривають її, як це спостерігається у словах "барабан" чи "варан", де щелепа відкривається і закривається декілька разів. [2].

Рис. 1. Форми губ анімації 3D персонажа

Програмне забезпечення візуалізації роботи модулю є 3D-редактор MAYA [3]. Анімація об’єктів відтворюється завдяки вузловим анімаційним точкам , які зв’язані між собою на поверхні тривимірного об’єкту. Вузлова анімаційна точка при відносному зміщенні змушує слідкувати за собою інші сусідні вузлові точки (рис. 2) подібно до того, як частинки металу слідкують за магнітом [3].

Також важливим елементом в лицьовій анімації є час анімаційної зміни форми губ де кожний лінгвістичний склад слів відтворює приблизно 4-5 кадрів анімації. При цьому кожне слово додає два кадри паузи, а знаки пунктуації, такі як кома або крапка додають п’ять кадрів паузи [4].

Для реалізації відтворення правильних фонем в мові програмування Python було використано бібліотеку Natural Language Toolkit [4]:

```
    def wordbreak(tmp, s):
print (s)
s = s.lower()
if s in arpabet:
   return arpabet[s]
middle = len(s)/2
partition = sorted(list(range(len(s))), key=lambda x: (x-middle)**2-x)
for i in partition:
   pre, suf = (s[:i], s[i:])
   if pre in arpabet and self.wordbreak(suf) is not None:
      return [x+y for x,y in iterprod(arpabet[pre], self.wordbreak(suf))]
return None.
```

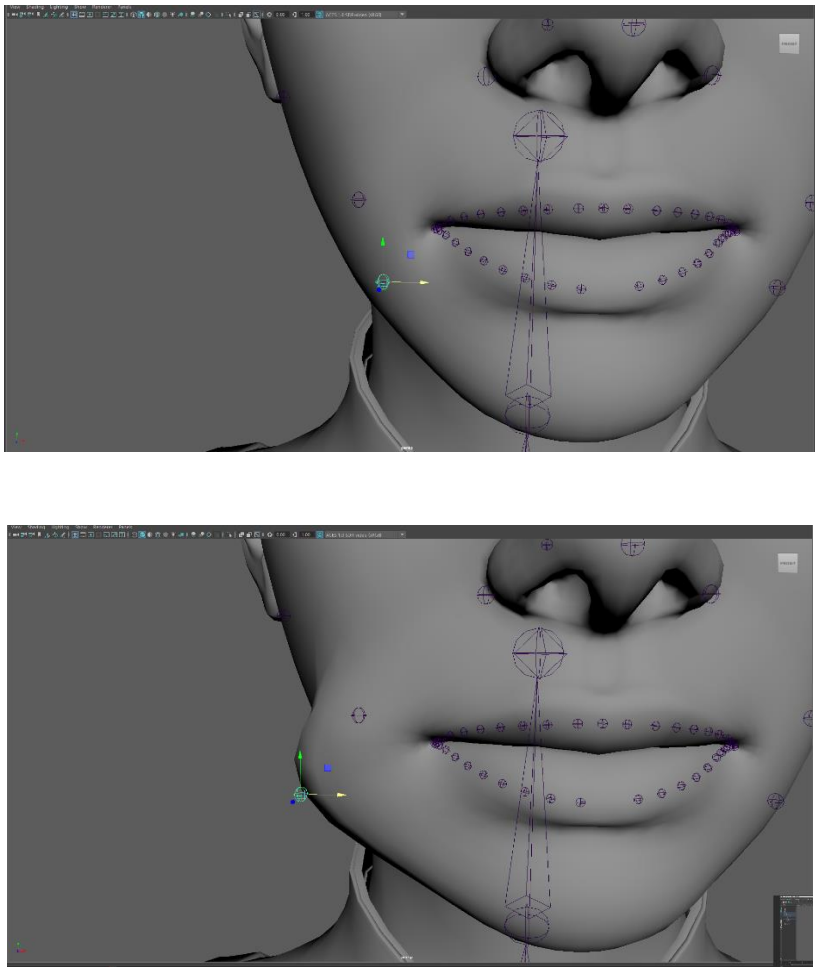


Рис. 2. вплив джойнту на геометрію моделі

У ній зібрані велика кількість слів на англійській та розбиття їх на окремі фонеми шляхом дерева рішень [4].

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід лицьової анімації дозволяє підвищити загальну швидкість роботи з анімаційними зображеннями на автоматизованому рівні проектування. Також даний підхід підвищує точність анімаційної поверхні під час проектування по заданим поверхневим координатним точкам на 75%.

Список використаної літератури

1. Анімація обличчя [Електронний ресурс] // SE7EN.ws. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://se7en.ws/licevaya-animaciya-process-sozdaniya-vidy-i-fundament/

2. Форми губ [Електронний ресурс] // iclone7. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.reallusion.com/iclone/lipsync-animation.html.

3. Lipsync [Електронний ресурс] // вікіпедія. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lip_sync.

4. Natural Language Toolkit [Електронний ресурс] nltk.org. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://www.nltk.org/

УДК 519.83

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОЇ СКЛАДНОСТІ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ МАЙСТЕРНОСТІ ГРАВЦЯ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

Доценко[1] Д. В., Романюк[1] О. Н., Шевчук[2] Р.П.
(04-22-436.stud@vntu.vn.ua, rom8591@gmail.com, rulezz.sh@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)
Західноукраїнський національний університет (Україна)

У роботі було розглянуто питання керування ігровою складністю з метою збільшення цільової аудиторії гри. Запропоновано використання нейронних мереж для аналізу майстерності користувача та адаптивної зміни складності гри з урахуванням здібностей гравця. Проаналізовано переваги використання рекурентних нейронних мереж та архітектури пам'яті. Запропоновано цикл роботи нейронної мережі для адаптивної зміни складності.

На сьогоднішній день більшість ігрових студій намагаються розробляти ігри [1-4], що будуть доступні для найбільшої аудиторії. При цьому потрібно керувати рівнями складності гри.

Аналіз гравців та їх рівня гри може затрати великий обсяг часу та може бути помилковим, наприклад при зміні цільової аудиторії. Також є необхідність у змінах гри для кожної складності [1].

Метою даної роботи є обґрунтуванні доцільності використання нейронних мереж для керування адаптивною складністю у комп'ютерних іграх.

Нейроні мережі можуть бути використані для аналізу прогресу гравця, наприклад, час, затрачений на подолання перешкоди, кількість помилок, тощо. Це може бути основою визначення необхідності збільшення чи зменшення складності для певного користувача.

Для цього в архітектурі нейронної мережі має можна зберігати попередній прогрес гравця. З цією метою можливо використати рекурентні нейронні мережі (РНМ) [2]. Це клас штучних нейронних мереж, у якому з'єднання між вузлами утворюють граф, орієнтований у часі. РНМ можуть використовувати свою внутрішню пам'ять для обробки довільних послідовностей входів [3]. Також, у деяких випадках доцільно використати довгу короткочасна пам'ять (ДКЧП).

Це архітектура РНМ, що добре підходить для навчання з досвіду з метою класифікації, обробки або передбачення часових рядів в умовах, коли між важливими подіями існують часові затримки невідомої тривалості (рис. 1).

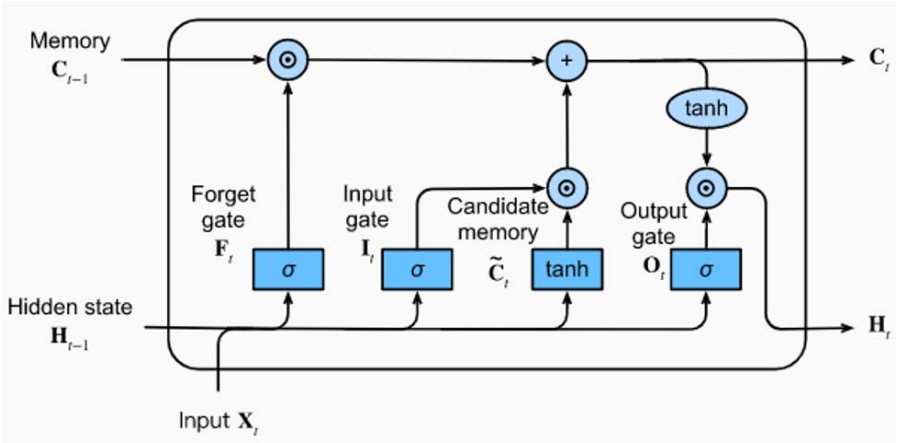


Рисунок 1 – Внутрішній стан секції ДКЧП мережі

У більшості випадків більш доцільно використовувати ДКЧП, а не класичні РНМ, окрім обробки даних з невідомими затримками між ними. ДКЧП мають багато параметрів, що можуть бути налаштовані для конкретних завдань і досягати бажаних результатів. ДКЧП повертають

вектор виходу та внутрішній стан для кожного часового кроку, що дозволяє використовувати їх у складних задачах послідовностей та багатошарових мережах [4].

Для використання нейронної мережі потрібно надати попередню інформацію про рівень майстерності гравця, що може бути виконано за допомогою проходження гравцем ігрового навчального рівня, результати якого можуть бути проаналізовано для порівняння з результатами інших гравців.

При подальшому прогресі гравця в пам'ять РНМ буде додаватись попередньо згенеровані дані та результати гравця, на основі яких нейрона мережа проведе аналіз і змінить складність.

Висновки. Ігрові студії на сьогоднішній день зосереджені на розробці ігор, що можуть привабити більшу аудиторію. Розвиток технології розробки комп'ютерних ігор спрямовані на збільшення різноманіття сценарію. Технологія нейронних мереж дозволяє реалізувати адаптивні зміни складності гри на основі майстерності гравця.

Список використаної літератури

[1] Тінан Сілвестр, "Designing Games: A Guide to Engineering Experiences", 2013 р – С. 315-317.
[2] Астонг Женгб Му Лі, Александр Смола, Захарій Ліптон, "Dive into Deep Learning", 2023 р. – С. 145-150.
[3] Марк Меджік, "Action Recognition: Step-by-step Recognizing Actions with Python and Recurrent Neural Network", 2019 р. – С. 84-105.
[4] Сеяделі Міржалілі, "Госсам Фарiс, Evolutionary Machine Learning Techniques Algorithms and Applications", 2019 р. С. 215-222.
[4] Zavalniuk Ye.K., Romanyuk O.N., Korobeinikova T.I., Titova N.V., Romanyuk S.O. THE OVERVIEW OF NEURAL RENDERING Modern Engineering And Innovative Technologies.Issue №27, Part 1, 2023, pp.129-134

УДК 004.92

КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА: ПРОБЛЕМИ ДОВГОСТРОКОВОГО УТРИМАННЯ КОРИСТУВАЧІВ

Дружин І. Є., Бандоріна Л.М. (druzhin.ivan@gmail.com, bandorina7@gmail.com)
Український державний університет науки і технологій (Україна)

Огляд проблем довгострокового утримання (Long-term retention) користувчів у free-to-pay іграх. Розглядається важливість збереження користувачів (гравців).

Актуальність проблеми.

Комп'ютерні ігри та мультимедіа повністю змінили розуміння бізнес-комунікації. Від гейміфікації до інноваційних рекламних кампаній ці інструменти надають унікальні можливості для бізнесу.

Онлайн-ігри, особливо розраховані на багато користувачів, забезпечують платформу для соціалізації. Гравці спілкуються, працюють у командах та формують дружні відносини, що може сприяти розвитку комунікативних навичок.

Довгострокове утримання користувачів стає центральною проблемою для розробників Free-to-Play (F2P) ігор. В умовах жорсткої конкуренції та динамічно змінних потреб аудиторії утримати увагу гравців стає все більш складним завданням. Розглянемо ключові виклики, пов'язані з довгостроковим утриманням та пропонуються можливі стратегії рішення.

З основних проблем можемо виділити декілька складових які впливають на користування.

1. Психологічні фактори [1].

Емоційна взаємодія. Проблема утримання часто починається з відсутності емоційної взаємодії між гравцем та грою. У світі F2P ігор необхідно створювати досвід, який мотивує гравця повертатися, заглиблюватись та інвестувати час та ресурси.

Гейміфікація та прогресія. Гравці шукають почуття досягнення та прогресу. Коли системи нагород та розвитку недостатньо стимулюють або монотонні, гравці можуть втратити інтерес.

2. Економічні випробування.

Монетизація. Непродумані стратегії монетизації можуть спричинити фрустрацію. Надмірні мікротранзакції, pay-to-win елементи можуть відштовхувати гравців, які шукають справедливості та рівних умов.

Цінність ігрового досвіду. Гравці оцінюють, чи коштує вкладений час та гроші результативного ігрового досвіду. Якщо співвідношення витрат та отриманого задоволення не є оптимальним, відтік гравців зростає.

3. Контент та оновлення.

Постійне оновлення. Гравці прагнуть нового контенту. Часте та значуще оновлення гри – ключ до підтримки інтересу. Відсутність інновацій та свіжості може призвести до зниження активності гравців.

Якість контенту Контент має бути не лише постійним, а й якісним. Проблеми з балансом, баги, помилки можуть зменшити залучення гравців.

4. Спільнота та соціалізація.

Онлайн спільнота. Сильне та активне онлайн-спільнота може значно збільшити довгострокове утримання. Відсутність соціальних елементів та взаємодії знижує стійкість ігрового досвіду.

Зворотній зв'язок. Механізми для зворотного зв'язку та взаємодії між розробниками та гравцями вкрай важливі. Нестача спілкування та чуйності може викликати відчуження.

5. Конкуренція.

Бурхливий розвиток ринку F2P ігор призвело до насичення, де кожна гра бореться за увагу користувача, роблячи утримання гравців дуже скрутним [1].

Методи для вирішення проблеми. Утримання гравців означає, що гравці повертаються та грають більше одного разу. Проведений аналіз доводить, що 58% користувачів додатків стають неактивними протягом перших 30 днів [2]. Щоб цього уникнути, потрібно дати користувачам позитивний перший досвід. Хороше перше враження означає, що у користувачів має бути якнайменше перешкод для комунікації. Вам потрібно змусити людей «грати» так, щоб їм це сподобалося і вони самі бажали повернутися.

Відсутність глибокої емоційної взаємодії між гравцями та грою може призвести до зниження інтересу та залучення. Важливою складовою є розробка персонажів, сюжетів та світів, з якими гравці можуть ідентифікуватися та співчувати. Це включає створення унікальних, різноманітних і складних персонажів та історій, які відображають різні перспективи і досвід.

Друга складова – інтерактивний сюжет. Це може бути інтеграція динамічних сюжетних ліній та інтерактивних елементів сюжету, що адаптуються до виборів гравця, забезпечуючи більш глибокий та персоналізований ігровий досвід; надання інструментів та опцій для налаштування та персоналізації персонажів, обладнання та ігрового світу, що дозволяє гравцям виразити себе та свою індивідуальність.

Третя складова – моделі монетизації. Гравці доволі часто сприймають моделі монетизації Free-to-Play як недобросовісні і навіть жадібні, що може викликати невдоволення та відтік користувачів. Вирішення таких проблем полягає у введенні повної прозорості у механізми монетизації, щоб гравці могли розуміти, на що саме вони витрачають гроші. Це включає чіткі цінники, детальний опис одержуваних товарів або послуг.

Також можна підвищити інтерес і залучення користувачів за допомогою надання реальної цінності в обмін на покупки всередині гри. Це може включати ексклюзивні елементи, унікальні персонажі, особливі можливості, різні події тощо.

Економіка F2P-ігор працює на базі дефіциту. Дефіцит – це основна економічна проблема, розрив між обмеженими ресурсами та теоретично безмежними потребами. Із дефіцитом цікаво працювати. Гравець отримує задоволення, усвідомлюючи, що він отримав нагороди, досвід чи віртуальне майно, які перебувають у дефіциті (тобто їх важко або дорого придбати). Саме дефіцит більшою мірою відповідає за створення напруги у трикутнику ігор-сервісів [3].

Не менш важливою складовою для вирішення проблеми утримання гравців є збалансована економіка гри, а саме розробка економічної системи, яка забезпечує справедливе та рівне конкурентне поле для всіх гравців, незалежно від їх фінансових вкладень.

Також одним із основних викликів для free-to-play ігор є утримання уваги користувачів через постійну пропозицію нового та цікавого контенту. Без цього гравці можуть швидко втратити інтерес. Підживлення інтересу користувачів забезпечується через планування та випуск регулярних оновлень, щоб гра залишалася завжди свіжою та цікавою. Це може досягатися завдяки розробці нових рівнів, персонажів, сюжетних ліній, оновленню механіки гри та інше. Можна стимулювати зацікавленість через організацію сезонних та тематичних подій, які привертають увагу гравців та надають тимчасові випробування, нагороди і контент, через заохочення та підтримку створення власного контенту користувача, дозволяючи гравцям додавати в гру свої власні твори та ідеї.

Негативно впливає на зростання кількості користувачів відсутність активної залученої спільноти. У такому випадку гравці можуть відчути самотність та відсутність мотивації для продовження гри, що веде до відтоку користувачів. Вирішенню такої проблеми може сприяти створення форумів та соціальних платформ, де гравці можуть обмінюватися досвідом, обговорювати стратегії та спілкуватися один з одним; підтримка створення гільдій та кланів усередині гри, щоб гравці могли об'єднуватися та працювати разом для досягнення спільних цілей, а також організація регулярних онлайн подій та турнірів, щоб стимулювати конкуренцію та співпрацю між гравцями.

Отже, впровадження соціальної взаємодії, покращення функцій чату та комунікації, щоб гравці могли легко та ефективно спілкуватися всередині гри, створення інструментів та функцій для персоналізації, які дозволяють гравцям висловити свою індивідуальність та стиль, а також розробка кооперативних режимів та завдань, щоб гравці могли поєднувати зусилля та розділяти досвід гри – все це підтримує інтерес гравців [4].

Висновки. Проблема довгострокового утримання у F2P іграх потребує багатогранного підходу. Поєднання психологічного розуміння, економічної стратегії, якісного контенту та активної спільноти може створити середовище, де користувачі відчувають цінність, задоволення та приналежність. А це сприяє довгостроковому їх залученню та лояльності.

Список використаної літератури

1. 16 Reasons Why Players Are Leaving Your Game URL: https://gameanalytics.com/blog/16-reasons-players-leaving-game/ (Доступ 07.10.2023)
2. SOCIAL PRO DAILY Report: 58% of App Users Become Inactive in First 30 Days URL: https://www.adweek.com/performance-marketing/localytics-3by3/ (Доступ 20.09.2023)
3. Игровая экономика: игры «free-to-play» URL: https://habr.com/ru/companies/alconost/articles/557866/ (Доступ 18.09.2023)
4. Retention framework: Keep your players forever URL: https://medium.com/ironsource-levelup/retention-framework-keep-your-players-forever-43fa60298abf (Доступ 18.09.2023)

УДК 004.4

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ 2D-ГРИ В ЖАНРІ ВЕРТИКАЛЬНОГО СКРОЛЛ- ШУТЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІГРОВОГО ДВИГУНА UNITY

Джабраілов Д.В., Кривченко А.А., Нестеренко В.Д.
(bomawa@ukr.net, Nastya.otk.2014@gmail.com)
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ" (Україна)

Було розроблено та реалізовану 2D-гру в жанрі скролл-шутер із використанням в ній основних ігрових механік, притаманних даному ігровому жанру. В повній мірі було виконано роботу над програмною частиною інтерфейсу та його взаємодією із ігровим процесом.

В наш час ігрова індустрія займає велику частину IT-сектору. Кількість комп'ютерних ігор, що виходить з кожним роком збільшується, а разом із тим розвивається способи та методи розробки ігор. Ігрова сфера існує не тільки за рахунок великих та дорогих ігор, навпаки більшу

частину обороту складають невеликі проекти, тому такі проекти із простих жанрів завжди будуть актуальними для користувачів. [1].

Оскільки ігрова індустрія актуальна в наші дні – актуальним є і способи створення цифрових ігрових продуктів. Цей процес має певні складові, які необхідно виконувати для створення кінцевого продукту. «Розробка комп'ютерної 2D-гри в жанрі вертикального скролл-шутеру за допомогою ігрового двигуна Unity» і саме процес створення такої гри висвітлює основні етапи розробки проектів такого типу.

Проте, створення гри в жанрі скролл-шутеру не є унікальною з точки зору процесу розробки, тому розробка подібного проекту дасть основу розуміння типових проблем розробки цифрових ігор взагалі. Реалізація окремих елементів гри дасть змогу краще розуміти етапи та процеси роботи у ігровому двигуні Unity, та покладе основу для розробки інших проектів за допомогою використання принципів модульної розробки.

Окреме питання отримання пошкоджень гравцем. В цифрових іграх цього жанру є варіанти з принципом «одного торкання», та такі, де у гравця є значення здоров'я, або міцності корпусу. Обидва підходу мають свої нюанси, які впливають на ігровий дизайн. Наприклад, для ігор із «одним торканням» не потрібно розробляти та балансувати систему пошкоджень, а також розміщувати об'єкти для відновлення показників здоров'я чи міцності. З іншої сторони, для таких ігор є нагальним питанням розподіл «жетонів» для додаткового життя, а також загальної складності ігрового процесу.

Ще одним основним елементом гри, який пов'язаний із ігровим жанром є прогресія по рівням. В одних іграх гравець перемішується від одного рівня до іншого послідовно та безперервно. В інших дається змога обирати наступний рівень та модифікувати свої ігрові параметри, зброю, персонаж/корабель.

Визначивши основні елементи ігрового концепту, є можливість розглянути технічну сторони реалізації цих ігрових концептів.

Розділ гри на рівні та сцену необхідно реалізовувати виходячи с технічних особливостей ігрового двигуна Unity, на якому буде виконуватись робота. Безпосередньо рівень буде реалізовуватись завдяки сцені, на якій будуть знаходитись гравець, його камера – вона буде визначати межі сцени ігрового процесу, по якій гравець зможе переміщатись – його кораблі/вороги та об'єкти оточення. Оскільки дія буде проходити в космічному просторі, то об'єктами будуть астероїди, а ворогами космічні кораблі. Самі рівні, технічно не будуть змінюватись. Змінюватись буде ігрова обстановка, яка буде диктуватись спеціальним менеджером.

Генерацією об'єктів для зміни показників ресурсів, модифікації зброї також буде займатись ігровий менеджер, що за допомогою коду буде генерувати об'єкти різних типів, в тому числі астероїди та ворогів. Із загальним концептом ігрового процесу можна ознайомитись на рис.1:

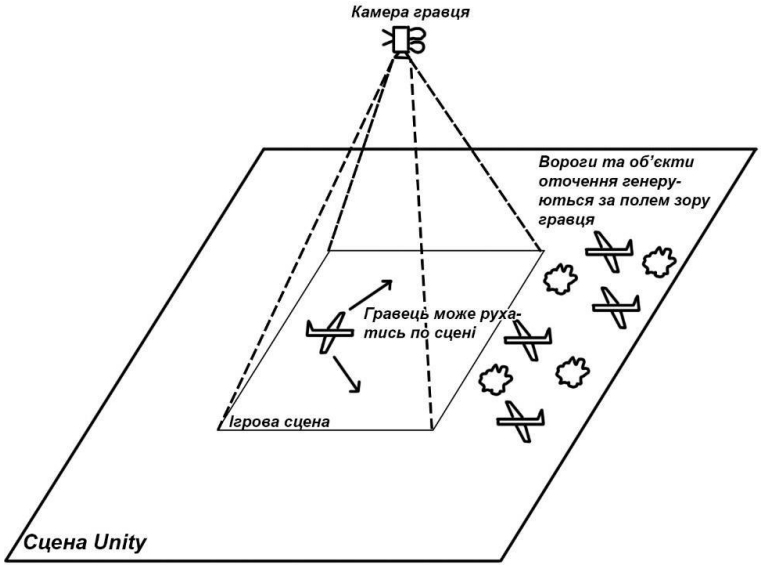


Рисунок 1. Загальний концепт ігрового процесу

Для виконання проекту було використано ігровий двигун Unity, середа розробки програмних проектів Visual Studio 2017, а також растровий графічний редактор Adobe Photoshop CS6. Необхідно було реалізувати ряд основних модулів, не дивлячись на те, що проект заявлений як 2D-гра, проект буде створено на базі пресету 3D-проекту Unity. Є декілька причин для цього.

Головною причиною є можливість використовувати 3D-моделі для об'єктів гравця, оточення або моделей ворогів. Виконання проекту у трьох вимірах дасть можливість використовувати реалістичну модель фізичної взаємодії між об'єктами в грі. Якщо проект був би виконаний із використанням тільки спрайтових зображень, то було б складно реалізувати правдоподібну картину взаємодії об'єктів один із одним.

Також, використання 3D-шаблону дає змогу обирати варіанти управління гравцем, а також переміщення об'єктів в просторі, ніж якщо проект реалізовувався на базі 2D-шаблону.

Отже виконавши створення нового проекту буде автоматично згенерована пуста сцена проекту, із стандартним набором об'єктів – камери гравця та джерела світла, що можна побачити на рисунку 2. Ці об'єкти вже дають можливість запустити проект, але гра покаже лише пустий простій, адже «дивитись» на гру ми будемо через камеру, а джерело світла не має «тіла».

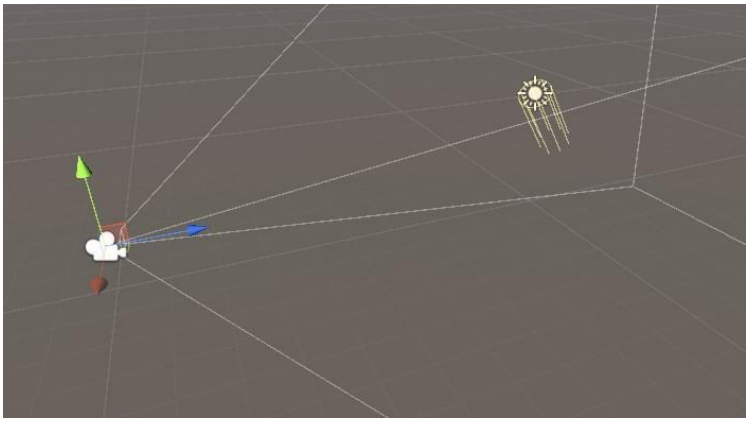


Рисунок 2. Стартові об'єкти в новому проекті Unity

Наступним кроком є створення у проекті ігрових об'єктів для реалізації функціоналу основних модулів гри. Для виконання цієї мети, буде достатньо розмістити на сцені об'єкт, який буде належати гравцю, а також створити об'єкт, що буде грати роль астероїда. На рис. 3 можна побачити об'єкт гравця, створений для проекту.

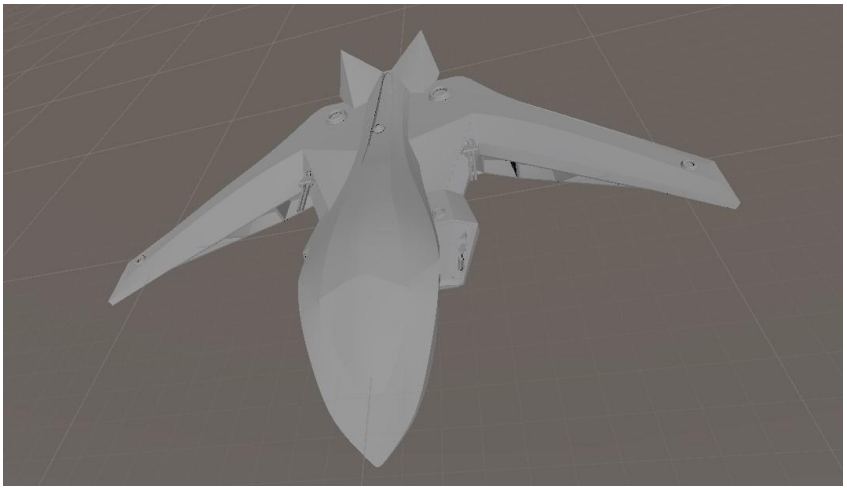


Рисунок 3. Об'єкт гравця створений для проекту гри

Цих об'єктів буде достатньо для реалізації основних модулів для ігрового процесу, а також написання для нього коду скриптів. Якщо об'єкт гравця використовується, просто як новий об'єкт

на сцені, то логіка використання моделі астероїда інакша, про що буде написано нижче у відповідній частині роботи. Розміщення нових об'єктів на сцені в Unity відбувається через панель

Після розміщення основних об'єктів на сцені, потрібно також створити ігровий інтерфейс. Це робиться через створення «полотна». Полотно є новою системою інтерфейсів для Unity, яка дає змогу працювати із ним, як з ігровим об'єктом на сцені. Процес досить простий: необхідно створити полотно інтерфейсу у переліку об'єктів сцени, після чого поступово додавати нові елементи саме в це полотно. Кожний новий елемент буде з'являтись на сцені, після чого із ним можна буде працювати, переміщуючи по полотну, деформуючи, розгортаючи у необхідну сторону.

Метою проекту було визначено розробку комп'ютерної 2D-гри в жанрі вертикального скролл-шутеру за допомогою ігрового двигуна Unity. Виконання циклу розробки, тестування кінцевого проекту.

Список використаної літератури

1. Ерік Фрімен, Елізабет Робсон, Берт Бейтс, Кеті Сієрра, Книга Head First. Патерни проектування, Київ, Фабула, 672 ст.
2. Коноваленко І.В., Програмування мовою C# 6.0, Тернопіль, ТНТУ, 2016 р., 227 ст.
3. Дікінсон К. Оптимізація ігор у Unity 5. Поради і методики, Оптимізація додатків охоплюючи всі аспекти роботи у ігровому движку Unity 3D., Київ, Фабула, 2017 р., 306 ст.
4. Andrew R., Dave M. GAME Architecture and Design – A new Edition, Shelter Island, New York: Manning Publications. 1035 p.
5. Goldstone W. Unity Game Development Essentials, New York, PACKT, 266 p.

УДК 004.588

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ РЕНДЕРИНГУ

Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В., Романюк[1] О.В. Стахов[1] О. Я., Шевченко[1] О. О.
(rom8591@gmail.com, sergknet1@gmail.com, romaniukoksanav@gmail.com,
aleksey.stahov@gmail.com, shevchenko.alex.alex1@gmail.com)
[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2]Одеський національний технологічний університет (Україна)

Тривимірна комп'ютерна графіка [1,2] забезпечує формування високо реалістичних графічних сцен.

Оптичні властивості поверхні визначає двопроменева функція відбивної здатності поверхні (ДФВЗ) [2]. Параметри для розрахунку ДФВЗ – напрямок вхідного світла L і напрямок вихідного, відбитого світла V, які визначені відносно нормалі N до поверхні.

Модель освітлення Ламберта [1-4]визначає освітленість об'єкта, яка залежить тільки від параметрів сцени і не залежить від положення спостерігача. Модель припускає, що об'єкт розсіює світло однаково в усіх напрямках, а інтенсивність падаючого світла пропорційна косинусу кута падіння (відносно нормалі в точці падіння). Формула, за якою у моделі Ламберта обраховують інтенсивність світла у кожній точці [2]:

$$I = I_a k_a + I_l^{bx} k_d (\overset{1}{N} \times \overset{1}{L}),$$

де I_l^{bx} - інтенсивність зовнішнього джерела світла, $\overset{1}{N}$ - вектор нормалі до поверхні, $\overset{1}{L}$ - вектор напрямку світла, I_a - інтенсивність розсіяної складової кольору, k_a - коефіцієнт розсіяного відбиття, k_d - коефіцієнт дифузного відбиття (рисунок1).

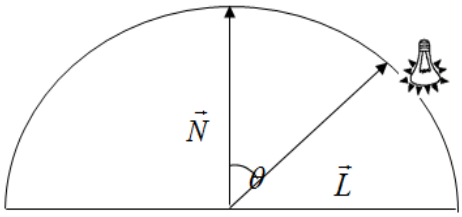


Рисунок 1 – Модель освітлення Ламберта

Згідно моделі Ламберта поверхня виглядає рівномірно яскравою зі всіх напрямків. У природі такого освітлення майже не існує, але є досить наближені випадки (наприклад папір). Модель Ламберта враховує лише ідеальне розсіювання світла (рисунок 2). Приклад відтворення об’єкту за моделлю Ламберта наведено на рис. 2.

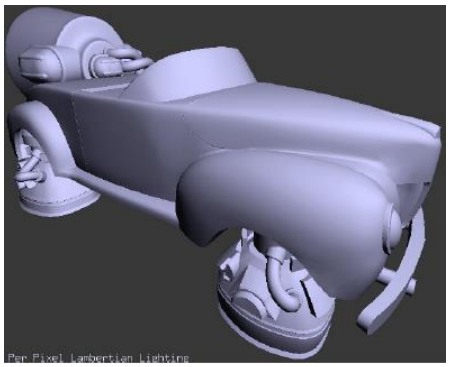


Рисунок 2 – Демонстрація освітлення об’єкта з використанням моделі Ламберта

Модель освітлення Фонга [1-10] – емпірична модель, яка базується на фізичних спостереженнях . Для дуже блискучих поверхонь спекулярна складова світла була досить великою, а інтенсивність кольору падала дуже швидко, в той час як для шороховатих поверхонь дифузна складова була більшою і інтенсивність спадала досить повільно. Фонг ускладнив модель Ламберта, яка містила лише вектор спостереження V і вектор напрямку світла L, ввівши третю складову – вектор відбитого світла R (рисунок 3). Приклад відтворення об’єкту за моделлю Фонга наведено на рис. 4.

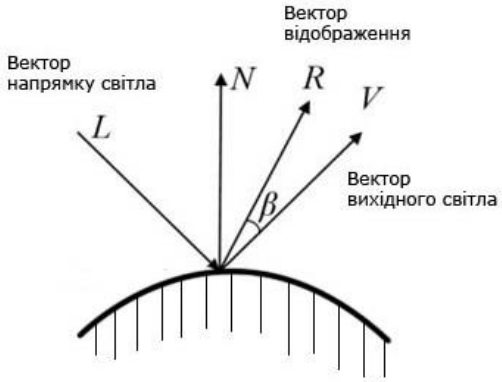


Рисунок 3 – Модель освітлення Фонга

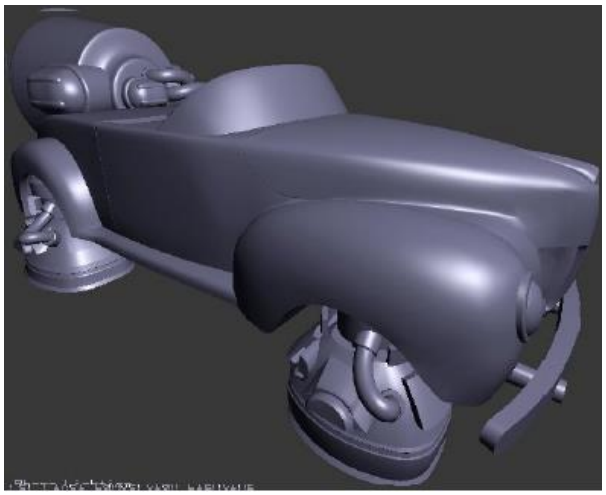


Рисунок 4 – Демонстрація освітлення об’єкта за моделлю Фонга

Мікрофасетна модель Торренса-Спарроу [6] – модель, при якій поверхня, яка відбиває світло, розглядається як сукупність блискучих мікрограней, орієнтованих в різноманітних напрямках, так звана фасетна поверхня [7]. Мікрофасетна модель БРДФ передбачає існування між вектором падаючого випромінювання L і вектором спостереження V деякого вектора H, який утворює однаковий кут θ з векторами L і V. (рис.5) Цей «половинний» вектор називається фасетною нормаллю і визначається як: $H = \frac{L+V}{|L+V|}$. Загальна форма мікрофасетної моделі Торренса-Спарроу для ізотропних матеріалів виглядає таким чином:

$$f(L,V) = diffuse + \frac{D(\theta_H)F(\theta_d)G(\theta_L,\theta_V)}{4\cos\theta_L \cos\theta_V},$$

де: термін diffuse – позначає функцію невідомої форми, найчастіше цією функцією виступає Ламбертова функція дифузного розподілу світла, яку задають константним значенням. D – це мікрофасетна дистрибутивна функція, яка обраховує пік, найвищу точку спекулярної функції. F – коефіцієнт Френеля і G – геометричне затухання функції або фактор затемнення. θ_L і θ_V – це кути векторів L і V відносно нормалі N, θ_H – це кут між нормаллю і половинним вектором H, і θ_d – це кут між вектором L і половинним вектором V (або, симетрично, між V і H) (рис. 5) [7].

Приклад відтворення об’єкту за моделлю наведено на рис. 6.

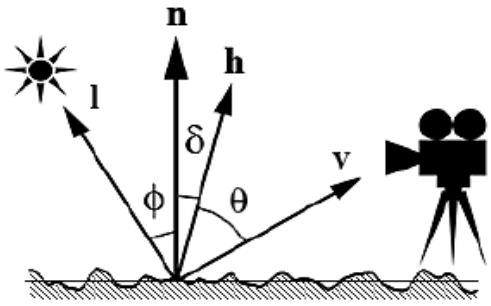


Рисунок 5– Мікрофасетна модель

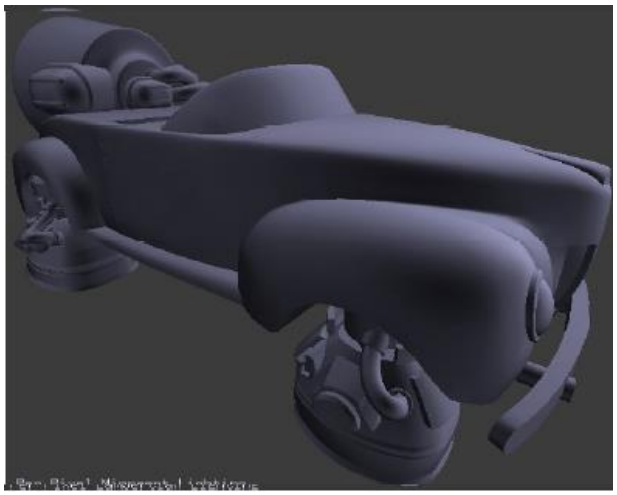


Рисунок 6- Демонстрація освітлення об’єкта з використанням моделі Торренса-Спарроу

Модель Кука-Торренса базується на мікрофасетній моделі за якою поверхня, яка відбиває світло, розглядається як сукупність блискучих мікрограней. Кожна мікрограні відображає падаюче світло, і тільки ті грані, які орієнтовані певним чином, відбивають світло в бік спостерігача і впливають на освітленість [12]. Загальна освітленість R розглядається як:

$$R = sR_S + dR_d,$$

де S – коефіцієнт дзеркального відображення; d – коефіцієнт дифузного відображення, причому: $s + d = 1;$ R_S - дзеркальна складова освітленості; R_d - дифузна складова освітленості;

Дифузна складова може бути розрахована по закону Ламберта, а дзеркальна складова виражається таким чином:

$$R_S = \frac{FDG}{(N,V)},$$

де F – коефіцієнт Френеля, D – частка граней, орієнтованих за напрямком до спостерігача, G – коефіцієнт затемнення і екранування мікрограней, V – одиничний вектор, направлений в бік спостерігача, N – усереднена нормаль до поверхні.

Коефіцієнт Френеля F залежить від коефіцієнта заломлення світла для конкретного матеріала та кута падіння променів світла.

$$R_S = \frac{1(g-c)^2}{2(g+c)^2}\left\{1+\left[\frac{c(g+c)-1}{c(g-c)+1}\right]^2\right\}, \quad (1.6)$$

де $c = \cos(\theta) = (H,V), g = \eta^2 + c^2 + 1;$ η - коефіцієнт заломлення, c – косинус кута між вектором, направленим до спостерігача V і половинного вектора H [12].

Частка граней, орієнтованих по направленню до спостерігача може бути обчислена за однією із функцій розподілу, наприклад за функцією розподілу Гауса, або Бекмана. Розподіл може бути обрахований таким чином:

$D = \frac{1}{m^2 \cos^4 \delta} e^{-\left[\frac{\tan \delta}{m}\right]^2}$, де m – позначає середньоквадратичний нахил мікрограней, варіює від 0,2 для гладеньких матеріалів, до 0,6 для шероховатих.

Як видно з приведених вище формул, модель освітлення Кука-Торренса являється досить трудомісткою з обчислювальної точки зору. Проте, дана модель найбільш точно описує поведінку світла для широкого кола матеріалів (рисунок 7).

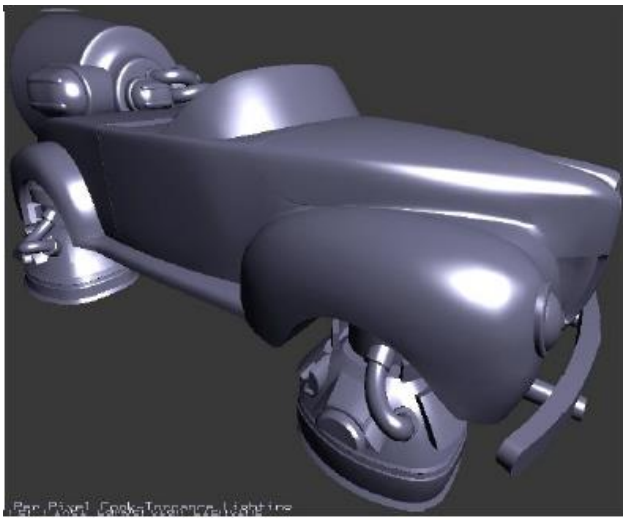


Рисунок 7 – Демонстрація освітлення об’єкта з використанням моделі Кука-Торренса

Модель Орена-Найара [4,11-13] містить у собі параметр для контролю шороховатості поверхні. Цей параметр визначає, скільки світла відіб’ється назад в напрямку джерела.Чим більший ступінь шороховатості поверхні, тим виразнішим являється дифузне відбиття. Шороховата поверхня розсіює світло в усіх напрямках, але абсолютно нерівномірно, тому модель Орена-Найара демонструє дещо спрощене представлення реальних процесів (рисунок 7).

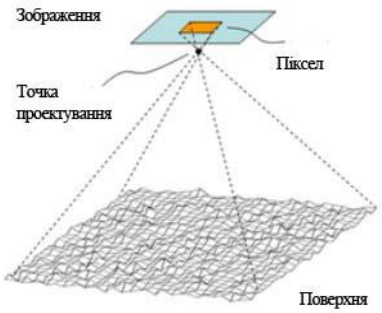


Рисунок 7 – Агрегація відбиття світла з шороховатої поверхні

В основі моделі Орена-Найара – фасетна модель шороховатості поверхні, запропонована Торренсом-Спарроу, яка припускає, що поверхня складається із продовгуватих симетричних V-подібних площин. Кожна площина складається із двох плоских граней. Шероховатість поверхні задається за допомогою функції ймовірності для розподілу фасетних граней. Зокрема, часто використовується Гаусівський розподіл, дисперсія гаусівського розподілу σ^2 - величина вимірювання шероховатості поверхні [7]. Стандартне відхилення нахилів – σ в діапазоні $[0;\infty)$.

У моделі Орена-Найара [2, 12], кожна мікрограні має Ламбертові властивості відбивної здатності поверхні. Враховуючи інтенсивність падаючого світла L_I, кількість відбитого світла L_R згідно моделі Орена-Найара обраховується так:

$$L_r = \frac{\rho}{\pi}\cos\theta_i\left(A + \left(B\max\left[o,\cos(\phi_i - \phi_r)\right]\sin a\tan\beta\right)\right)L_i, \qquad (1.7)$$

де $A = 1 - 0.5\frac{\sigma^2}{\sigma^2 + 0.33}$, $B = 0.45\frac{\sigma^2}{\sigma^2 + 0.09}$, $a = \max(\theta_i, \theta_r)$, $\beta = \min(\theta_i, \theta_r)$,

ρ - альбедо поверхності, σ - шероховатість поверхні.

У випадку $\sigma = 0$, маємо A=1, B=0 і модель Орена-Найара спрощується до Ламбертової моделі: $L_r = \frac{\rho}{\pi} \cos\theta_i L_i$.

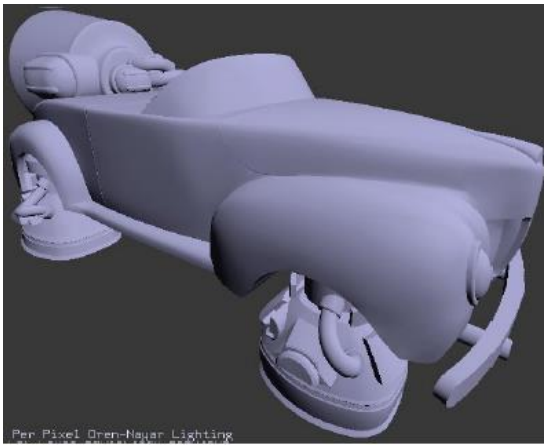


Рисунок 8 – Демонстрація освітлення об’єкта з використанням моделі Орена-Найара

Проведений аналіз дозволяє вибрати модель освітлення для конкретного застосування

Список використаної літератури

[1] Романюк, О. Н. Комп’ютерна графіка [Електронний ресурс] : електронний навч. посіб. / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехместрук. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.

[2] Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об’єктів. Монографія. / О. Н. Романюк, А. В. Чорний. - Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. — 190 с.

[3] О. Н. Романюк О. В. Романюк Є. Г. Станіславенко. Аналіз дистрибутивних функцій для задач високореалістичного рендерингу. Матеріали LI Науково-технічної конференції факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, », Вінниця , 2022, ВНТУ.

[4] Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні / О. Н. Романюк // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. - 2008. - Вип. 9. - С. 145-151.

[5] Barrera T., Hast A., Bengtsson E. An Alternative Model for Real-Time Rendering of Diffuse Light for Rough Materials / T. Barrera, A. Hast, E. Bengtsson // SCCG'05 Proceedings II, 2005. — P. 27—28.

[6] Cook R. L., Torrance K. E. A reflectance model for computer graphics / R. L. Cook, K. E. Torrance // ACM Trans. on Grsphics. – Vol. 1. – 1982.

[7] Simon’s Tech Blog: Microfacet BRDF. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://simonstechblog.blogspot.com/2011/12/microfacet-brdf.html

[8] Романюк О. Н. Метод підвищення реалістичності відтворення тривимірних графічних об’єктів. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2007. — № 1 (8). — С. 192—196.

[9] Романюк О.Н. Дослідження дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхонь// Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 2007, №1(13), -с.45-50.

[10] Романюк О.Н. Ефективна модель для відтворення спекулярної складової кольору// Проблеми інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 2 (20). – К.:НАУ,2007, с.115-120.

[11] Bugeja, Keith. "High-fidelity graphics using unconventional distributed rendering approaches." Thesis, University of Warwick, 2015. http://wrap.warwick.ac.uk/73301/.

[12] Miller, Maranda L. "MLM graphics : the creation of a software framework for graphical applications." Virtual Press, 2000. http://liblink.bsu.edu/uhtbin/catkey/1178343.

[13] Jones, Brian Edward. "A computer graphics based target detection model." Thesis, Monterey, Calif. : Springfield, Va. : Naval Postgraduate School ; Available from National Technical Information Service, 2006. http://library.nps.navy.mil/uhtbin/hyperion/06Sep%5FJones_Brian.pdf.

Розділ 10.

Інформаційні технології у медицині

УДК 004.852

COMPARING MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DIABETES PREDICTION BY HUMAN BEHAVIOR RISK FACTORS CLASSIFICATION

Boyko N.I. (nataliya.i.boyko@lpnu.ua),
Kulchytska O.Y. (olena.kulchytska.mknssh.2022@lpnu.ua)
Lviv Polytechnic National University (Ukraine)

The paper presents the prediction of diabetes based on the monitoring of human behavioral risk factors through research and comparison of the effectiveness of a self-implemented deep neural network and other applied machine learning algorithms for the selected topic.

The work is devoted to studying of diabetes diagnosis using machine learning methods. Diabetes is usually characterized by the body not producing enough insulin or not being able to use the insulin that is produced as efficiently as it is needed. The disease can be completely controlled with exercise, diet, medication, and insulin injections [1]. Timely diagnosis and prevention are the most important aspects of preventing complications or death from this disease. Machine learning methods can significantly improve the rate of diabetes diagnosis. That is, machine learning can help doctors diagnose diabetes, thus saving people's lives.

The dataset is from the American Telephone Survey of Health Risk Behaviors, Chronic Diseases, and Use of Preventive Services. The prevalence of diabetes may depand on age, education, income, place of residence, race, and other social determinants of health. That is, based on the results of this survey, it is possible to predict the presence of diabetes or pre-diabetes. In Ukraine, this kind of survey is not popular. However, the development of this direction could significantly increase the level of diagnosis of morbidity in the early stages, and as a result, reduce mortality.

The main task of the work is the implementation of an artificial neural network and the use of selected machine learning models for predicting diabetes based on the monitoring of behavioral risk factors of a person, as well as comparing their accuracy. To achieve this goal, machine learning models and neural networks will be used. The purpose of the work is to determine the most effective approach for forecasting.

To achieve the goal, it is necessary to solve the following tasks:

1. programmatically implement an artificial neural network and apply classic machine learning models to predict diabetes;

2. perform a study of the effectiveness of neural network forecasting in comparison with the effectiveness of other applied methods;

3. to determine the most effective and the most accurate approach for the chosen topic.

It was decided to apply machine learning methods, namely the Random Forest model, KNN, SVM, XGboost, DNN, to classify the numerical data about people's views from the table.

The model of deep neural networks is implemented using the PyTorch library.

The architecture of the model is based on a network with five fully connected layers. All layers have an activation function ReLU [2] and a dropout for model regularization. The description of the model architecture is given below (Fig. 1). The following layers are used in the model:

- The first fully connected layer (fc1) takes as input a vector of size 21 (this means that the input data set contains 21 features) and has 512 neurons.
- The second fully connected layer (fc2) has 512 input neurons and 256 output neurons.
- The third fully connected layer (fc3) has 256 input neurons and 256 output neurons.
- The fourth fully connected layer (fc4) has 256 input neurons and 64 output neurons.
- The fifth fully connected layer (fc5) has 64 input neurons and 2 output neurons responsible for predicting

the probability of diabetes (0 - absence of diabetes, 1 - presence of diabetes).

```
class Net(nn.Module):
def __init__(self):
super(Net, self).__init__()

self.fc1 = nn.Linear(21, 512)
self.fc2 = nn.Linear(512, 256)
self.fc3 = nn.Linear(256, 256)
self.fc4 = nn.Linear(256, 64)
self.fc5 = nn.Linear(64, 2)

self.relu = nn.ReLU()
self.dropout = nn.Dropout(p=drop_prob)

for m in self.modules():
if isinstance(m, nn.Linear):
nn.init.xavier_uniform_(m.weight.data)

def forward(self, x):
out = self.fc1(x)
out = self.relu(out)
out = self.dropout(out)

out = self.fc2(out)
out = self.relu(out)
out = self.dropout(out)

out = self.fc3(out)
out = self.relu(out)
out = self.dropout(out)

out = self.fc4(out)
out = self.relu(out)
out = self.dropout(out)

out = self.fc5(out)
return out
```

Fig 1 – DNN model architecture

The ReLU activation function is used after each fully connected layer to introduce nonlinearity into the model. Dropout is also used after each layer to randomly turn off some neurons in order to regularize the model and avoid overtraining [3]. Before using the model, weights are initialized using the Xavier initialization method (Xavier_uniform_). It allows the initial initialization of the weights to be distributed with zero mean and maintains a more stable gradient during training [4].

Table 1 contains the accuracies of the models on the training and test data. All models achieve accuracy more than 80% due to correctly selected parameters. This table serves as a basis for comparing the effectiveness of different machine learning methods in the task of diagnosing diabetes and determining the most effective method for further research and applications in medical practice.

Table 1 - Comparison of model accuracy results

	Training Accurany	**Testing Accurany**
XGboost	0.877	0.866
SVM	0.869	0.860
KNN	0.841	0.805
Random Forest	0.871	0.858
DNN	0.753	0.746

Table 2 presents the results of a study of the effectiveness of various machine learning methods for the diagnosis of diabetes. The table shows such indicators as Precision (accuracy), Recall (completeness) and F1-score for each method and for two classes (Class 0 - absence of diabetes, Class 1 - presence of diabetes). These indicators allow us to evaluate the classification quality of each method for both classes.

Table 2 - Comparison table of model accuracy assessment parameters

Model	Precision		Recall		F1-score	
	0	1	0	1	0	1
XGboost	0.81	0.94	0.95	0.79	0.88	0.86
SVM	0.80	0.95	0.96	0.76	0.87	0.85
KNN	0.73	0.93	0.95	0.66	0.83	0.77
Random Forest	0.80	0.94	0.95	0.77	0.87	0.85
DNN	0.71	0.78	0.72	0.74	0.69	0.78

The table shows that different methods of machine learning have different results in the diagnosis of diabetes. For example, the XGboost method has high precision (Precision) and completeness (Recall) for both classes, which indicates a good ability to detect and screen patients with diabetes. On the other hand, the KNN method has lower accuracy and completeness, especially for class 1, which may indicate a lower diagnostic efficiency of this method.

The application of Neural Networks (DNN) has also been included in the study, and the results show that they have some potential in this area, especially for class 1.

The XGboost model performed best on this data set. 87% of the test dataset is classified correctly.

Since precision at a value of 0 is equal to 0.81, then 81% of the found results are relevant, and precision at a value of 1 is equal to 0.94, then 94% of the found cases are relevant.

Recall at 0 is 0.95, at 1 is 0.79, which means the number of matching items found. That is, the model found 95% of elements without diabetes risk and 79% - with risk.

When analyzing the discrepancy matrix, it was determined that 95% is the proportion of correctly identified cases of the absence of diabetes risk of the XGboost model, and 79% is the number of correctly identified cases of the presence of diabetes. On the anti-diagonal, the errors of the classifier are indicated, namely 21% incorrectly identified cases of the presence of diabetes and 5% incorrectly identified cases of the absence of diabetes risk.

The DNN neural network was trained on the training data and its performance was evaluated using the Accuracy metric. According to the evaluation results, the achieved accuracy of the model is: on training data: 75.29%, on test data: 74.61%.

The obtained values show that the model has the ability to classify the data with acceptable accuracy. However, the difference in accuracy between the training and testing samples indicates the existence of a certain degree of retraining of the model on the training data. The implemented model shows satisfactory results in terms of Accuracy on training and testing data. Therefore, the application of a neural network does not give better accuracy results than the XGboost model applied to the problem with correctly selected hyperparameters.

To sum up, as a result of the work, the goals were achieved: the classification of indications for the presence of diabetes risk and its absence according to the data set was made; a study was conducted on the comparison of selected machine learning algorithms, namely Random Forest, KNN, SVM, XGboost, DNN; the most optimal model was selected.

References

[1] Kaminskiy O. V. Офіційні критерії діагностики цукрового діабету, нормоглікемія і самоконтроль глікемії. *International journal of endocrinology (Ukraine)*. 2021. Вип. 13, № 3. С. 184–190.

[2] Chowdary P. B. K., Udaya R. An Effective Approach for Detecting Diabetes using Deep Learning Techniques based on Convolutional LSTM Networks. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2021. Вип. 12, № 4.

[3] Amjad M., Ali Z., Rafiq A., Akhtar N., - I.-U.-R., Abbas A. Empirical Performance Analysis of Decision Tree and Support Vector Machine based Classifiers on Biological Databases. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2019. Вип. 10, № 9.

[4] Fazakis N., Kocsis O., Dritsas E., Alexiou S., Fakotakis N., Moustakas K. Machine Learning Tools for Long-Term Type 2 Diabetes Risk Prediction. *IEEE Access*. 2021. Вип. 9. С. 103737–103757.

УДК:504 75.05.001.05

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ПІСЛЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ СТРЕСОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Бєлов В.М., Кіфоренко С.І.,
Гонтар Т.М., Козловська В.О.
(motj@ukr.net , skifor@ukr.net,gtm_kiev@ukr.net,
vittoria13apr@gmail.com)
Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій та систем (Україна)

Наукове дослідження спрямовано на розробку комплексного методу тестування та алгоритмів побудови інформаційної оцінки психосоціального статусу здоров'я людей, що перебувають за умов негативного впливу стресогенних, в тому числі і глобальних психогенних факторів. Дослідження базується на методах неінвазійної діагностики та немедикаментозної оздоровчої реабілітації. Провідна особливість ідей та гіпотез виконання дослідження полягає у використанні систем та методик оздоровлення і реабілітації стану здоров'я в залежності від сили характеру та вольових якостей людини.

Створення інформаційної технології для оцінювання стану та психологічної реабілітації людини з психологічними посттравматичними розладами дасть можливість зробити реабілітаційний процес керованим та контрольованим.

Сучасні обставини, у яких зараз опинилась Україна, суттєво позначаються на фізичному і психічному стані її населення. Наприклад, всесвітня пандемія поширення коронавірусної інфекції, що викликала вимушену соціальну ізоляцію громадян багатьох держав, в тому числі й українців, негативно позначалась на психічній та соціальній складових здоров'я населення та сприяла негативним порушенням психосоціальної сфери людей у вигляді депресій, панічних атак, відчуття небезпеки і страху зараження. Ще значніше впливає на людську психіку війна в Україні, що проявляється як у розладах фізичного здоров'я, так і у вигляді різноманітних емоційних реакцій, порушень пам'яті, мислення, свідомості, неадекватної поведінки, депресії, песимізму, розчаруванню, послабленню волі тощо. Наразі вплив наслідків військових дій на зміни в психосоціальній сфері людини тільки починає досліджуватися та потребують розробки методів, алгоритмів та засобів діагностики, моніторингу, оцінювання та корекції.Тому наші дослідження, ***метою*** яких є розробка методів та засобів інформаційної технології діагностичної та реабілітаційної підтримки людей, що постраждали, від впливу психогенних факторів, є вкрай актуальними і необхідними. Наявність об'єктивних та суб'єктивних даних про стан здоров'я людини, а також визначення кількісних критеріїв складників його здоров'я забезпечить ефективне здійснення процесу індивідуалізованої фізичної та психосоціальної реабілітації, виходячи з особистісних настанов і уподобань пацієнта.

Завданнями дослідження були:

- аналіз факторів, що впливають на фізичний та психічний стан здоров'я людей після тяжких психогенних травм;
- розроблення методів оцінювання стану фізичного, психічного і соціального здоров'я людей урахуванням психогенних травм різної етіології;
- розроблення комплексу комп'ютерних програм автоматизованого тестування для експрес-діагностики стану здоров'я і оцінки окремо трьох його складових;
- розроблення алгоритму та комп'ютерної програми для оцінювання характеру особистості.

Результати.

Наші дослідження базуються на методології системного підходу. Методи дослідження: інформаційно-структурне моделювання, анкетування, методи експрес-тестування – розроблені нами спеціалізовані опитувальники, метод нормованої уніфікації різноякісної інформації, метод якісно-кількісного шкалювання, метод ієрархічної згортки показників. В цілому дослідження базується на методах неінвазійної діагностики та немедикаментозної оздоровчої реабілітації.

В якості робочої гіпотези нами прийнято розроблену раніше концепцію здоров'я, згідно з якою воно має трьохкомпонентну структуру, що складається з фізичного, психічного та соціального статусів, кожен з яких має свою ієрархію. Структура комплексного здоров'я є «маршрутною картою» для діагностики і оцінювання його компонент і складових, дозволяє отримати кількісний «портрет» здоров'я, узагальнений індекс здоров'я, що дає підстави формування спеціального комплексу реабілітаційних оздоровчих заходів. Це важливо при діагностиці та реабілітації навіть такого складного розладу психічного здоров'я військовослужбовців після перенесених психогенних травм, як посттравматичний синдром.

Нами розроблено алгоритм та комплекс комп'ютерних програм «ЗДОРОВ'Я» для інтегральної оцінки стану здоров'я і оцінки окремо трьох його складових – фізичного, психічного, соціального та підтримки прийняття рішень в виборі профілактичних та реабілітаційних заходів за результатами оцінки. В залежності від результатів тестування і оцінювання стану всіх статусів здоров’я сформується програма автоматизованої підтримки інтегрального індивідуального здоров’я, складена з комплексу керуючих впливів. Це надає можливість отримати індивідуалізовані програми реабілітаційних заходів.

Знання особливостей характеру людини, отримані за розробленою оригінальною методикою, дозволяє цілеспрямовано застосовувати окремі методи в комплексі оздоровчих, реабілітаційних і рекреаційних керуючих впливів. Саме характер людини дає змогу з високою ймовірністю передбачити і, тим самим, корегувати очікувані дії та вчинки. Для оцінювання характеру особистості в нормі і при патології нами розроблена опитувальник та комп’ютерна програма «ТОХО-20». За нашою методикою діагностуються та оцінюються такі риси характеру, як: особистий вольовий контроль: сила «Я» безстрашність, здатність до концентрації власних зусиль, цілеспрямованість; особиста мотивація: ініціативність, лідерство, рішучість, ризикованість; ставлення людини до самої себе: гідність, сумління, честь, доброчесність; ставлення до інших людей, до суспільства: альтруїзм, товариськість, миролюбність, доброта; ставлення до своєї діяльності: відповідальність, оптимізм, ретельність, надійність.

Ця методика дозволяє також діагностувати і оцінювати такі визначальні показники, які обумовлюють різні клінічні прояви стресових розладів - притупленість почуттів, агресивність, порушення пам'яті та концентрації уваги, прояви депресії і загальної тривожності, неочікувані нав’язливі спогади та галюцинаторні переживання, проблеми зі сном.

Урахування характерологічних особливостей на основі аналізу результатів експрес тестування за використання розробленого нами опитувальника підвищує ефективності використання прийомів фізіотерапевтичної та психологічної реабілітації.

Висновки.

Створення сучасної інформаційної технології цифрової медицини для оцінювання та корекції впливу психогенних факторів на психосоціальний стан людини надасть можливості зробити процес виявлення, оцінювання, моніторингу та корекції цих змін більш прогнозованим, а можливо і керованим.

Запропонована комплексна система експрес-тестування, інформаційної оцінки стану психічного статусу здоров’я та його корегування базується переважно на використанні здоров’язберігаючих технологій як альтернативи медикаментозним технологіям, обмежує споживання ліків при захворюваннях та девіантних порушеннях, зменшує строки перебування в лікувальних закладах, пом’якшує процес переходу на інвалідність. Ефект реабілітації залежить від ступеня включення самого пацієнта в оздоровчий процес, від його усвідомленого прагнення позбутися небажаних наслідків впливу стресогенних факторів.

Результати роботи можуть бути широко впроваджені в лікувальні та реабілітаційні заклади.

УДК 004:62-52:004.03

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ РЕСУРСАМИ

Вінник Д. В., Ярош Є. О., Дериш Д. В.
(90079@stud.op.edu.ua, 90077@stud.op.edu.ua, 10514896@stud.op.edu.ua)
Національний університет “Одеська політехніка” (Україна)

В тезах розглядаються принципи розробки системи управління медичними ресурсами, яка містить наступні складові: підсистему управління запасами та обладнанням, підсистему планування та управління персоналом та підсистему моніторингу та оцінки якості медичних послуг.

Вступ

Управління запасами медичних ресурсів є важливою складовою медичної сфери, оскільки від нього залежить надійність та доступність необхідних лікарських засобів і обладнання для пацієнтів. Цей процес включає в себе планування, закупівлю, зберігання та розподіл медичних ресурсів.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика програмних систем

Назва системи	Властивості платформи						
	Управління запасами медичних препаратів	Управління запасами обладнанням	Стратегії найму та утримання персоналу	Планування роботи персоналу	Спостереження за навичками та кваліфікацією медичного персоналу	Надання пацієнтами зворотнього зв’язку з якості медичне послуг	Аналіз оцінок якості медичних послуг
Epic Systems, Athenahealth, Aprima	+	+	-	-	-	+	+
Axxess, Kareo	-	+	+	+	-	-	-
Oracle Health, Practice Fusion	+/-	+	-	-	-	+	+
McKesson, eClinicalWorks	+	+/-	-	-	-	+/-	-
Meditech, CareCloud	+	+	-	-	-	-	-
NextGen Healthcare, Aptean	+	+	-	-	-	+	+
Greenway Health	-	-	+	+	+	-	-
Virence Health, NueMD, PrognoCIS	-	+	-	-	-	+/-	-
Власна система	+	+	+	+	+	+	+

Метою роботи є аналіз зручності управління медичними ресурсами шляхом вивчення програмних аналогів та визначення сильних та слабких сторін програмних продуктів.

Основна частина

Існують багато програмних аналогів для управління медичними ресурсами, які можуть бути корисними для медичних закладів та організацій у цій галузі [1-3]. З метою аналізу існуючих програмних аналогів та визначення ступеня актуальності розробки власної програмної системи було проведено огляд аналогів (табл. 1).

Більшість програмних аналогів робить акцент на роботі з медичними картками пацієнтів, в той час як на функції управління ресурсами приділяється менше уваги. Тому розробка програмної

системи, яка управляє медичними запасами та обладнанням, керує персоналом та оцінює якість медичних послуг є актуальним завданням. Архітектура системи наведена на рис. 1.

Для підтримки командної роботи над проектом використання систем контролю версій полегшує спільну роботу розробників, зберігає історію проекту та поліпшує загальний управлінський процес, забезпечуючи структурованість та дисциплінованість в розробці [4].

Для підвищення продуктивності, надійності роботи системи та для можливості паралельного виконання задач планується використовувати багато поточність [5].

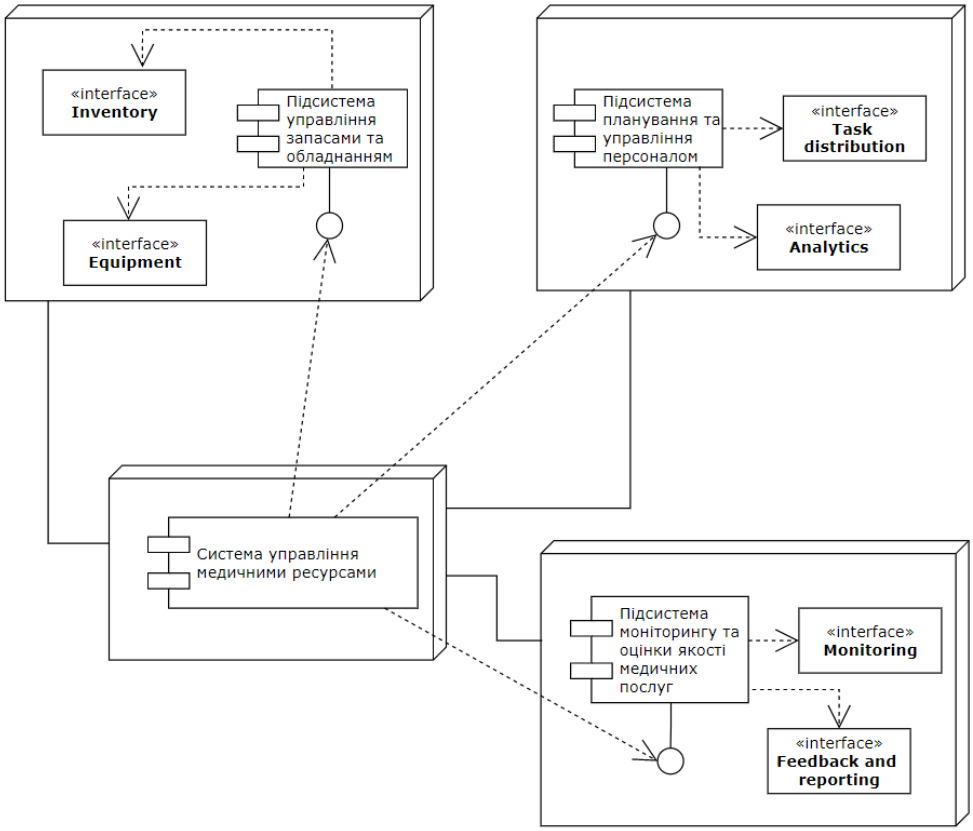


Рисунок 1 - Загальна структура програмної системи

Висновки

У роботі проведено конкурентний аналіз і визначено актуальність створення програмної системи для управління медичними ресурсами. Спроектовано структуру програмної системи, що включає три підсистеми та відповідні інтерфейси.

Список літератури

1. Cherneha, K.S. Decision support System for Automated Medical Diagnostics / Cherneha K.S., Tymchenko B.I., Komleva N.O. // Electrotechnic and Computer Systems. – Kiev: Science and Technology, 2016. – No. 23(99). – P. 65 – 72.

2. Крісілов В.А., Комлева Н.О., Бурдейний Є.І Програмна система аналізу якості джерел медичної статистичної інформації. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69) № 5. С. 109–115.

3. Liubchenko, V., Komleva, N., Zinovatna, S. & Pysarenko, K. “Framework for Systematization of Data Science Methods”. Applied Aspects of Information Technology. Publ. Nauka i Tekhnika. Odessa: Ukraine. 2021; Vol.4 No.1: 80–90. DOI: https://doi.org/10.15276/aait.01.2021.7

4. Комлева Н.О., Крісілов В.А., Заплаткін Д.О. Використання систем контролю версій в інженерії програмного забезпечення // Innovations and prospects of world science. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2022. Pp. 266-269. URL: https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-25-27-maya-2022-goda-vankuver-kanada-arhiv/

5. Komleva N., Zinovatna S., Liubchenko V., Komlevoi O. Features of building recommendation systems based on neural network technology using multithreading. Проблеми програмування. 2022. № 3-4. Спеціальний випуск. – с. 289 – 300. DOI: 10.15407/pp2022.03-04.289

УДК 620.3

АНАЛІЗ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОЧІПІВ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВО-АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ

Волкова О.П., Калашнікова Л.Є.
(volkova.olena1@lll.kpi.ua , Kalashnikova@lll.kpi.ua)
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Розглядається принципова конструкція біосенсора на чіпі , в якому для аналізу використовують поверхнево-активні хвилі. Також розглядається зустрічно-штирьовий перетворювач, що забезпечує коректну роботу аналітичної системи. Описується принцип роботи біочіпа на основі акустичної хвилі та особливості отримання сигналу з таких сенсорів. Зазначаються сфери використання таких чіпів в медичній діагностиці, демонструється приклад біочіпу для виявлення маркерів онкологічних захворювань.

Біосенсори на чіпі - це аналітичні пристрої, які виявляють біологічні речовини за допомогою різних фізико-хімічних систем, що містять усі етапи аналізу зразка [1]. Загальна будова біочіпа включає чотири основні блоки, представлені на (Рис.1).

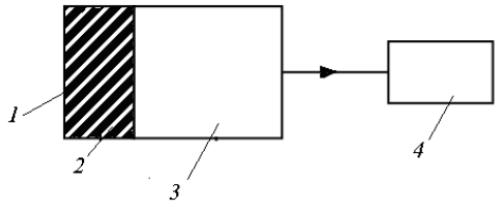


Рисунок 1. Загальна будова біосенсора на чіпі: 1 – аналіт; 2 – сенсорний елемент; 3 – перетворювач(трансдьюсер); 4 – блок обробки сигналів [2].

Перетворювач становить основу будь-яких біосенсорів та визначає їх тип. В залежності від використаного трансдьюсера, розрізняють електрохімічні, оптичні, термічні, акустичні біосенсори [2].

Сенсори поверхневої акустичної хвилі базуються на виявленні зміни швидкості руху генерованої акустичної хвилі, що відбувається при накопиченні певної маси аналіту [3]. Поверхневі акустичні хвилі (ПАХ) – це хвилі, що поширюються в однорідному середовищі з плоскою поверхнею, їх амплітуда зменшується експоненціально з глибиною. Поширеним методом генерації ПАХ є метод використання перетворювачів зустрічних штирів [4].

Зустрічно-штирьові перетворювачі для поверхневих акустичних хвиль складаються з численних металевих смуг, які виготовляються на підкладці з п'єзоелектричного кристала за допомогою мікроелектронних технологій. Основна мета цих перетворювачів – специфічно розподілити електричне поле, що подається до шини перетворювача над поверхнею основи, визначаючи частоту перетворювача у сформованих ПАХ. У п’єзоелементах для створення механічної хвилі використовується змінне електричне поле. Утворена механічна хвиля поширюється через п’єзоелектричну підкладку, а потім знов перетворюється в електричний сигнал, який реєструється [4].

Конструкція типового біосенсора на основі ПАХ являє собою два зустрічно-штирьові перетворювачі, що розташовані на поверхні кварцової п’єзопластинки на певній відстані одне від одного та розділяються лінією затримки із нанесеною полімерною мембраною. Один із перетворювачів, що виконує функцію трансмітера генерує хвилю, яка через лінію затримки

передається до іншого перетворювача, що виконує функцію ресиверу , де знову трансформується в електричний сигнал (Рис.2) [3].

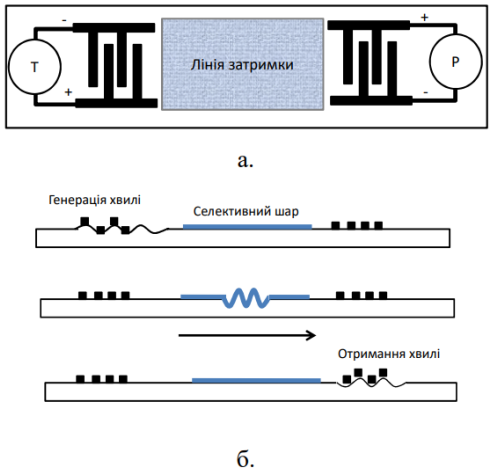


Рисунок 2. Загальний вигляд конструкції найпростішого біосенсора на основі ПАХ (а), та принцип передачі ПАХ від трансмітера до ресивера (б) [3].

Отриманий сигнал є результатом взаємодії поверхнево-акустичної хвилі зі зразком, що знаходиться в області лінії затримки. Такий сигнал реєструють , як зміну певних фізичних параметрів: амплітуди (ΔA), частоти осциляції (Δf) та фазового зсуву ($\Delta \phi$). Вказані параметри сигналу для подальших розрахунків пов'язують із концентрацією аналіту. Обробку сигналу можливо здійснити за одним із параметрів, але для комплексного аналізу реєструють зміну амплітуди, частоти та фазового зсуву одночасно [3].

Біочіпи на основі ПАХ можна використовувати в якості швидких діагностичних тестів на інфекційні та хронічні захворювання. Для виявлення антитіл або маркерів хвороби, використовують електричний зчитувач розміром з долоню підключений до сенсорного пристрою [4]. Наприклад, біосенсор на основі поверхнево-акустичних хвиль можна використовувати для діагностики онкозахворювань (Рис.3).

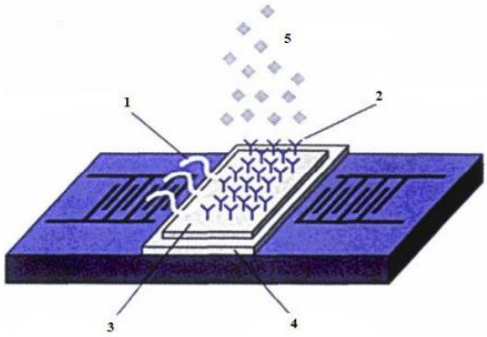


Рисунок 3 – Біосенсор на основі ПАХ для діагностики онкозахворювань: 1 – згенеровані акустичні хвилі; 2 – іммобілізовані антитіла; 3 – підсилюючий шар; 4 – шар золота; 5 – досліджуваний антиген [5].

В такому сенсорі молекули антитіл, що зв'язують антигени фіксуються на золоту пластинку з допомогою полімерного покриття. Сама пластинка розташовується на кремнієвій підкладці. Під час експрес-аналізу відбувається захоплення антигенів, внаслідок чого змінюється маса аналітичної структури. Зміна маси призводить до зміни резонансної частоти акустичних хвиль, по величині якої вже можна судити про концентрацію антигенів. Такий аналіз дозволяє достатньо діагностувати ракову пухлину [5].

Список використаної літератури

1. C. Chircov та A. M. Grumezescu, "Microelectromechanical Systems (MEMS) for Biomedical Applications", *Micromachines*, т. 13, № 2, с. 164, січ. 2022. Дата звернення: 8 жовт. 2023. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.3390/mi13020164

2. І. А. Бєлих та М. Ф. Клещев, *Біологічні та хімічні сенсорні системи*. Харків, 2011.
3. М. В. Фершал, *Аналітичні сенсорні системи: навчальний посібник*. Ужгород: УжНУ «Говерла», 2022.
4. А. С. Кулак, "СЕНСОРИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВІ АКУСТОЕЛЕКТРОННИХ ЕФЕКТІВ", Кваліфікаційна робота бакалавра, Сум. держ. ун-т, Суми, 2021.
5. А. Т. Богорощ, Л. П. Рибак та А. Бубуліс, "Створення магнітних біосенсорів для діагностики захворювань", у Хмельницький, Україна. 2009, с. 256–260.

УДК 519.95; 616.891

МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО ПСИХОЕМОЦІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ

Кобзар Т.А., Крячок Т.В.
(kobzarta@ukr.net, kondratyuktanya@gmail.com)
Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій і систем МОН (Україна)

В тезах розглядається стан дослідження проблеми біопсихосоціального аспекту здоров'я людини. Важливим на шляху до оцінки та корекції психоемоційного, фізичного та функціонального здоров'я людини є створення методичного комплексу для виявлення критичних станів здоров'я в умовах тривалого психоемоційного напруження за новими методами діагностики і лікування, автоматизація процесу медичного обслуговування та реалізація завдань щодо якісного поліпшення скринінгових досліджень. Для цього пропонується використання узагальненої системи оцінювання, яка складається з комплексу оцінок, що відображають функціонування окремих фізіологічних систем організму, пронормованих за 5-ти бальною системою. Висновок відображає перспективність та економічну доцільність розробки описаного методичного комплексу.

Виклики воєнного часу задають нового звучання проблемі здоров'я, а саме його біопсихосоціальному аспекту. Це означає, що отримана психологічна травма, що переросла в посттравматичні стресові розлади, а також нерозв'язаний вузол емоційних стресів, без всякого сумніву, знайдуть свою соматичну розв'язку в недалекому майбутньому. Під цей вплив підпадають, без виключення, як військові так і цивільні учасники нинішніх подій. Особливою когортою є демобілізовані і ті громадяни, у яких рівень психоемоційної напруги починає спадати. Тому актуальними є прогнозування, своєчасне виявлення і корегування своєрідностей біопсихосоціального континіуму особистості фахівцями з психології, медицини, а також соціальними працівниками. В цьому сенсі визначальним є розуміння людини як унікальної матриці, інтегралом якої є певна конституція зі своїми психосоматичними особливостями.

Керуючись такими уявленнями, ми скористались інтегративним підходом до оцінювання здоров'я людини і адаптували його до актуальних задач. Так, затребуваними на сьогодні є технології (програмно-апаратні комплекси) оцінювання функціонального стану людини, які базуються на простих, доступних широкому загалу параметрах фізичного і психічного здоров'я, на основі яких розраховуються індекси і оцінки стану людини, за якими судять про стан фізіологічних систем і здоров'я в цілому. Ці технології носять скринінговий характер, що робить їх зручним інструментом для моніторингу та виявлення схильності особистості до певних видів захворювань.

Головною ідеєю нашого проєкту є створення оптимізованого методичного комплексу попереднього, загальнодоступного оцінювання психоемоційного, фізичного та функціонального здоров'я людини з метою виявлення критичних станів здоров'я, що потребують звернення респондента до медичного закладу та надання респонденту рекомендацій по саморегуляції (відновленню) у разі некритичних станів (передхвороба). Виконавцями комплексу можуть бути медичні фахівці різного рівня на базі мінімального, загальнодоступного набору медичного обладнання.

На шляху до створення програмно-апаратного комплексу оцінювання функціонального стану людини планується проведення апробації, введення в експлуатацію та забезпечення користувача простим та чітким алгоритмом, інструкцією по виконанню створеного методичного комплексу тестування поточного психоемоційного, фізичного та функціонального станів людини в умовах стресу для оптимізації засобів і часу при умові використання військовослужбовцями та цивільним населенням (на базі будь якого фельдшерського пункту). Створення оптимізованої моделі медогляду населення.

На даному етапі розробки методичного комплексу запропоновані суб'єктивні (анкети, опитувальники) та об'єктивні параметри для оцінювання фізичного та функційного стану людини. Комплекс охоплює методики визначення функційного стану серцево-судинної системи: електрокардіографію (ЕКГ), дослідження ступеню напруження регуляторних систем та рівня стресу за допомогою комп'ютерно-програмного комплексу «Фазаграф» [1]; показників системи гемодинаміки та метаболічної системи, таких як артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, цукор крові; оцінка стану опорно-рухового апарату - ортостатична проба; антропометричні дані.

У складі комплексу використано наступні опитувальники:

- Опитувальник на виявлення ПТСР (посттравматичні стресові розлади) [2];
- Опитувальник початковий (анкета із зазначенням віку, статі, групи крові, перенесених тяжких захворювань в анамнезі);
- Опитувальник DS 14 - «Д-тип особистості» [3];
- Опитувальник СОЗ (суб'єктивна оцінка здоров'я) [4].

В даній роботі ми використали розроблену нами раніше систему оцінювання [5], яка складається з комплексу оцінок, що узагальнюють функціонування окремих фізіологічних систем організму, пронормованих за 5-ти бальною системою. Всі ці оцінки та індекси базуються на натурних показниках - даних проведеного об'єктивного обстеження.

Для уніфікації різноякісної інформації кожна оцінка була пронормована за шкалою від 0 до 5. Рівень здоров'я оцінювався в балах: від 1 до 5, відповідно до яких виділено п'ять функціональних класів здоров'я: I - здоровий, оптимальний стан здоров'я (відмінно, 5 балів); II - здоровий, слабо оптимальний стан здоров'я, наявність функціонального напруги (добре, 4 бали); III - задовільний стан, можлива передпатологія (задовільно, 3 бали); IV - слабо задовільний стан, наявність хронічного захворювання, стадія ремісії (погано, 2 бали); V - незадовільний стан здоров'я, можлива наявність загострення хронічного захворювання (дуже погано, 1 бал). Ці оцінки та індекси мають як автономне значення, так і вносять свій вклад в узагальнену оцінку здоров'я, яка розраховується як середнє арифметичне значення від суми всіх складових, що вираховувались за результатами обстеження.

Відтак створений оптимізований алгоритм процесу збору, обробки, оцінки і прогнозу психоемоційного, фізичного та функційного станів здоров'я людини дасть можливість спростити та пришвидшити процедуру скринінгу (що зменшить витрати медичних закладів на даного роду оцінки та дослідження), а також оцінити фізіологічні, психофізіологічні, психічні і соціальні зміни індивіда та кількісний ресурс індивідуального здоров'я. Все це сприяє більш детальному обґрунтуванню особливостей проявів психоемоційного, фізичного та функційного стану в умовах війни. Подолання стресу та дистресу, як необхідний елемент відновлення порушеної саморегуляції.

Список використаної літератури

[1] Файнзильберг Л.С. «ФАЗАГРАФ® – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца.» *Клиническая информатика и телемедицина.*– Т. 6. – Вып. 7. С. 22-30. 2010р.

[2] Блінов О.А. «Опитувальник скринінгу посттравматичного стресового розладу (ОС ПТСР)» *Психологічний часопис: збірник наукових праць за ред. С.Д. Максименка*. – № 1 (11). – Вип. 11. – Київ: Інститут психології імені Г.С. Костюка Національної академії педагогічних наук України, С. 26-37. 2018р.

[3] Denollet J. «DS 14: standard assessment of negative affectivity, social inhibition, and Type D personality.» *Psychosomatic Medicine.* 67(1): 89–97. PMID: 15673629. 2005р.

[4] Бєлов В.М., Котова А.Б., Дубовенко М. Н., Кіфоренко С.І. Комп'ютерна програма «Система експрес-діагностики стану здоров'я»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №37242,

Україна. 04.03.2011.
[5] Кобзарь Т. А., Гонтарь Т. М., Крячок Т. В., Семихова Е. С., Веткина З. В. «Самооценка здоровья с использованием метода обобщённых оценок» *Український журнал медицини, біології та спорту* Том 5, № 1 (23)- 256–262. 2020р.

УДК 004:613/614

МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ СТАНІВ ДЕФІЦИТУ ВІТАМІНУ D

Корхова А. С., Страхов Є. М. (arina.korkhova@stud.onu.edu.ua, strakhov.e.m@onu.edu.ua)
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова (Україна)

В тезах розглядається важливість ранньої діагностики рівня вітаміну D, можливість використання математичної моделі для визначення найбільш впливових чинників, які можуть викликати дефіцит вітаміну D. У висновках пояснюється користь моделі в реальній практиці.

Більшість вчених у світі зараз погоджуються з тим, що велика частка захворювань пов’язана з недостатністю вітаміну D, яку необхідно виявляти на ранній стадії та запобігати їм, особливо в групах ризику. Оскільки коригувати статус 25(OH)D легше, ніж лікувати розлади, пов’язані з низьким рівнем вітаміну D, оперативне обстеження цих умов стає важливим. [1, 2, 3]

Основною задачею була побудова моделі залежності рівня 25(OH)D сироватки крові від антропометричних та лабораторних показників.

Щоб визначити, які антропометричні характеристики найбільш суттєво впливають на показники вітаміну D, були зібрані дані ліпідограми разом із добіркою антропометричних показників. На це перевірено і проаналізовано дані 928 осіб. За результатами дослідження було зібрано певний обсяг інформації про вплив кожного фактора.

Для з’ясування впливу конкретних факторів на розвиток значення досліджуваного показника були побудовані багатофакторні лінійні регресійні моделі з різними комбінаціями факторів.

При створенні математичних моделей враховувалися лише ті показники, які мали p-value<0.001, що вказувало на те, що зв’язок статистично значущий. Тому для аналізу враховуються вік, індекс маси тіла (ІМТ), коефіцієнт атерогенності (КА), ліпопротеїди високої щільності (ЛПВЩ), ліпопротеїди дуже низької щільності (ЛПДНЩ) і тригліцериди (ТГ).

Коефіцієнт кореляції Спірмена використовувався як міра тісноти статистичного зв'язку. [5] Розрахунки показали, що формула для визначення величини 25(OH)D для найкращої моделі має такий вигляд:

$$25(OH)D = 53.622 - 0.342 \cdot вік - 0.407 \cdot ІМТ - 0.631 \cdot КА + 1.004 \cdot ЛПВЩ$$

Проте подібна модель не здатна з високою точністю оцінити рівень вітаміну D сироватки крові, тому доцільно прогнозувати не рівень вітаміну D, а його статус, тобто ризик дефіциту або недостатності.

Підхід класифікації за допомогою логістичної регресії використовувався для побудови математичних моделей, які могли б спрогнозувати ймовірність недостатності 25(OH)D у сироватці крові. Рівняння представляє виражену за допомогою логістичної регресії ймовірність низького рівня 25(OH)D в рамках аналізу логістичної регресії.

Для оцінки якості отриманих моделей використовувалися кілька показників, заснованих на таблиці спряженості, а саме: доля правильних відповідей (accuracy), точність (precision), чутливість (sensitivity), специфічність (specificity), F1 Score, ROC-криві.

В ході дослідження було проведено кореляційний аналіз і розроблені дві математичні моделі, що описують взаємозв’язок між антропометричними та лабораторними показниками та ризиком дефіциту вітаміну D. Отримані результати показують, що існує статистично значуща кореляція між 25(OH)D і ТГ, КА, ЛПВЩ і ЛПДНЩ, отже, стає очевидним, що зниження рівня вітаміну D підвищує ризик порушень ліпідного обміну, що, у свою чергу, підвищує ризик ішемічної хвороби серця та загальної смертності. Можна зробити висновок, що використання математичної моделі дозволяє виявити людей, які знаходяться в групі ризику для подальшої діагностики, і зменшити

кількість лабораторних досліджень серед людей, які мають достатній рівень вітаміну D відповідно до оцінки.

Список використаної літератури

[1] Прутіян Т. Л., Добровольська О. О. Оцінка якості життя в жінок у постменопаузі з артеріальною гіпертензією, ожирінням та остеопорозом / Т. Л. Прутіян, О. О. Добровольська // Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції: XXIII Міжнар. наук.-практ. конф., 07 серпня 2022, м. Дікірх (Люксембург), дистанційно): матер. Дікірх, 2022. С. 105–110.

[2] Setayesh L, Amini A, Bagheri R, Moradi N, Yarizadeh H, Asbaghi O, Casazza K, Yekaninejad MS, Wong A, Suzuki K, Mirzaei K. Elevated Plasma Concentrations of Vitamin D-Binding Protein Are Associated with Lower High-Density Lipoprotein and Higher Fat Mass Index in Overweight and Obese Women. Nutrients. 2021; 13(9):3223. doi: https://doi.org/10.3390/nu13093223

[3] Shanyhin A.V. Znachennia ratsionu kharchuvannia ta rivnia insoliatsii v zabezpechenosti vitaminom D. Suchasni aspekty profilaktyky. Health of Society. 2022;11(1):16–22. doi: https://doi.org/10.22141/2306-2436.11.1.2022.288

[4] Яровий, А.Т., Страхов Є. М. Економетрія: навч.-метод. посіб. для студ. мат. та екон. спец. Одеса: Освіта України, 2017. 129 с.

[5] (2008). Spearman Rank Correlation Coefficient. In: The Concise Encyclopedia of Statistics. Springer, New York, NY. doi: https://doi.org/10.1007/978-0-387-32833-1_379

УДК 004.4

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Овчар С. В., Чуйко Г. П. (ovcharka132@gmail.com, genchuiko@gmail.com)
Чорноморський національний університет імені Петра Могили (Україна)

В тезах розглядається мобільного застосунку для інтелектуального моніторингу та діагностики раку молочної залози, який автоматизує збір даних пацієнта, дозволяє лікарям вести онлайн-консультації та слідкувати за динамікою захворювання, його сприяння ранньому виявленню захворювання та вплив мобільних застосунків на ефективність лікування і адміністративне навантаження на лікарів.

У сучасному медичному контексті діагностика та моніторинг раку молочної залози є важливим аспектом забезпечення довголіття та якості життя жінок. Зростаюча потреба в оперативному виявленні та контролі змін дозволяє розглядати новітні технологічні рішення як ключ до вдосконалення медичних підходів. Впровадження мобільних застосунків може значущо підвищити швидкість та ефективність виявлення патологій, надаючи можливість проводити регулярний моніторинг у домашніх умовах та віддалено передавати дані спеціалістам [1]. Використання сучасних цифрових технологій в медицині відкриває нові горизонти для підвищення ефективності діагностики, лікування та профілактики.

У цій роботі розглядається можливість розробки мобільного застосунку, що призначений для підтримки процесів діагностики та моніторингу раку молочної залози. Застосунок повинен інтегруватись з сучасними датчиками, що можуть відстежувати різноманітні показники стану здоров'я пацієнта, забезпечуючи точний та оперативний збір даних.

Мобільні застосунки дозволяють забезпечити індивідуалізований підхід до кожного пацієнта, адаптуючи рекомендації та плани лікування на основі персональних даних, вони також можуть слугувати засобом освіти пацієнтів, надаючи їм доступ до інформації про їх стан здоров'я, рекомендацій щодо лікування та профілактики. Автоматизований збір даних з датчиків може виявляти патологічні зміни на ранніх стадіях, значно підвищуючи шанси на успішне лікування. Автоматизоване ведення медичних записів, сповіщення та інші функції можуть значно зменшити адміністративне навантаження на лікарів [2].

Рисунок 1 – Функціонал застосунку в залежності від ролі користувача

Мобільний застосунок, спрямований на діагностику раку молочної залози, пропонує ряд ключових функцій (див. рис. 1):

– Інтерфейс для лікарів: Лікарі можуть переглядати медичні дані пацієнтів, отримувати звіти про стан здоров'я, стежити за динамікою хвороби та надсилати рекомендації пацієнтам;

– Інтерфейс для пацієнтів: Пацієнти мають можливість вести щоденник свого здоров'я, отримувати відгуки від лікарів та консультуватися з ними в режимі онлайн;

– Автоматизований збір даних з медичних пристроїв (датчиків): Застосунок може синхронізуватися з зовнішніми пристроями, які використовує пацієнт (ваги, глюкометр тощо), для автоматичного збору даних про стан здоров'я, що можуть вказувати на розвиток або прогресування захворювання;

– Збереження даних медичних оглядів та досліджень: Лікарі мають можливість завантажувати результати медичних досліджень в базу даних;

– Інтелектуальна діагностика: За допомогою вбудованих алгоритмів застосунок аналізує збережені дані про стан здоров’я пацієнта виявляє патологічні зміни та інформує про потенційні ризики.

Для розробки мобільного застосунку з діагностики раку молочної залози заплановано використовувати технології Flutter, Express.js та Firebase.

Flutter — це open-source фреймворк від Google, призначений для розробки мобільних застосунків. Його мультиплатформність дозволяє створювати додатки одразу для iOS і Android з одного кодового базису, що прискорює процес розробки та знижує вартість. Flutter також відомий своєю високою продуктивністю та легкістю створення адаптивних дизайнів.

Express.js — це мінімалістичний та гнучкий фреймворк для веб-застосунків на Node.js. Його простота та гнучкість сприяє швидкому розгортанню веб-сервера, а підтримка великої кількості додаткових бібліотек значно полегшує розробку архітектури.

Firebase — платформа розробки від Google, яка пропонує різноманітні інструменти та сервіси. Серед основних особливостей Firebase можна відзначити інструменти для аутентифікації користувачів та бази даних, які дозволяють здійснювати синхронізацію даних у реальному часі між користувачами та сервером. Також Firebase легко масштабується з ростом кількості користувачів та відмінно інтегрується з іншими сервісами та платформами, такими як мобільні застосунки.

У контексті розробки медичних застосунків, комбіноване використання вищенаведених технологій надає можливість швидко та ефективно створювати надійні, масштабовані та безпечні рішення, які можуть адаптуватися до потреб користувачів та бізнесу в медичному секторі, підвищуючи ефективність діагностики, лікування та профілактики.

Висновки. Сучасний мобільний застосунок для моніторингу та діагностики раку молочної залози, розроблений на основі передових технологій, відіграє ключову роль у ранньому виявленні захворювань. Автоматизований збір даних, онлайн-консультації з лікарями та моніторинг динаміки покращують якість діагностики. Такі інновації можуть стати вирішальними в системі охорони здоров'я майбутнього.

Список використаної літератури

[1] Cruz, F. O. A. M., Vilela, R. A., Ferreira, E. B., Melo, N. S., & Dos Reis, P. E. D. (2019). Evidence on the use of mobile apps during the treatment of breast cancer: systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, *7*(8), e13245.

[2] Mamoun, R., Nasor, M. and Abulikailik, S.H., 2021, February. Design and development of mobile healthcare application prototype using Flutter. In 2020 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE) (pp. 1-6). IEEE.

[3] Flutter - Build apps for any screen [Online]. Available: https://flutter.dev [Accessed: 01.10.2023].

[4] Express - Node.js web application framework [Online]. Available: https://expressjs.com [Accessed: 01.10.2023]..

[5] Firebase | Google's Mobile and Web App Development Platform [Online]. Available: https://firebase.google.com [Accessed: 01.10.2023].

УДК 681.5

КОМП'ЮТЕРНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ПО СТАНУ ШКІРИ

Романюк[1] О. Н., Поперечна[1] Є. К.**.,** Тітова[1] Н.В., Романюк С.О.
(rom8591@gmail.com, pprliza@gmail.com, titova.n.v@op.edu.ua*)*
[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2] Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

Проаналізовано: комп'ютерне діагностування стану шкіри обличчя з використанням програм та інструментів обробки зображень.

Розглянуто: важливість цього методу для точної діагностики та моніторингу стану шкіри і його можливості, включаючи аналіз кольору, текстури та структури шкіри, а також моніторинг ефективності лікування та інтеграцію з іншими медичними даними.

Комп'ютерне діагностування по стану шкіри [1-11] – це передова галузь медицини, яка поєднує в собі традиційні методи визначення стану шкіри з інноваційними технологіями комп'ютерної обробки зображень. Використання комп'ютерних програм і інструментів дозволяє лікарям і дерматологам отримувати більше об'єктивних даних та здійснювати більш точну діагностику.

1. Аналіз кольору шкіри з використанням комп'ютерних технологій: Комп'ютерні системи [1] можуть точно визначити кольоровий спектр шкіри пацієнта та порівняти його з нормальними значеннями. Це допомагає виявляти навіть незначні відхилення, що можуть свідчити про стани, такі як дефіцити вітамінів або пігментаційні розлади.

2. Зображення та аналіз висипів та висипів: Комп'ютерні програми можуть аналізувати розмір, форму та розподіл висипів на шкірі. Це сприяє швидкому виявленню вірусних або бактеріальних інфекцій, а також допомагає визначити оптимальні методи лікування.

3. Моніторинг текстури шкіри [2]: Комп'ютерна графіка дозволяє детально аналізувати текстуру шкіри, виявляючи зміни, які можуть бути індикаторами різних захворювань, включаючи синдром сухої шкіри або екзему. Це важливо для розробки індивідуальних планів лікування та догляду за шкірою.

4. Аналіз родимок та новоутворень:За допомогою комп'ютерних технологій можна моніторити родимки та новоутворення на шкірі з великою точністю. Системи розпізнавання можуть вчасно виявляти зміни в кольорі, розмірі або формі, що може свідчити про можливий розвиток раку шкіри.

5. Вивчення судинних змін: Комп'ютерна графіка дозволяє докладно вивчати розширені судини та судинні аномалії на шкірі, що допомагає виявити проблеми з кровообігом та дерматологічні захворювання. Це особливо важливо для пацієнтів із розацеа або іншими васкулярними розладами.

6. Аналіз симетрії та асиметрії: За допомогою комп'ютерних систем можна автоматично порівнювати обидві половини обличчя для виявлення найменших асиметричних змін, що можуть

слугувати попередженням неврологічних або дерматологічних проблем.

Завдяки цим сучасним засобам комп'ютерної графіки, лікарі мають змогу надзвичайно точно та оперативно діагностувати стани шкіри, що відкриває нові перспективи для ранньої діагностики та лікування різних захворювань, а також для збереження загального здоров'я пацієнтів.

Спеціалізовані програми для комп'ютерного діагностування [3] стану шкіри можуть враховувати велику кількість параметрів і факторів, що впливають на зовнішній вигляд шкіри. Деякі з додаткових можливостей цих програм включають:

7. Аналіз структури шкіри: Комп'ютерні програми можуть вивчати структуру шкіри на більш глибокому рівні, виявляючи зміни в колагенових волокнах, еластині та інших структурних компонентах. Це особливо корисно при визначенні рівня старіння шкіри та ефективності процедур ревіталізації.

8. Виявлення реакцій на косметичні продукти: Комп'ютерне діагностування [4] може допомогти визначити, як шкіра реагує на різні косметичні засоби та процедури. Це дозволяє індивідуалізувати рекомендації щодо догляду за шкірою та косметичних продуктів.

9. Моніторинг ефективності лікування: Комп'ютерне діагностування шкіри використовується для відстеження ефективності лікування. Лікарі можуть порівнювати зображення до та після лікування, щоб визначити покращення або незмінність стану шкіри пацієнта [5].

10. Попередження та раннє виявлення проблем: Системи комп'ютерного діагностування можуть автоматично виявляти навіть найменші ознаки проблем і надавати рекомендації для подальших дій. Це допомагає в ранньому виявленні захворювань і мінімізує ризик їх подальшого розвитку.

11. Зберігання даних та моніторинг динаміки: Всі дані, отримані під час комп'ютерного діагностування, можуть зберігатися та моніторитися в часі. Це дозволяє лікарям встановлювати зміни в стані шкіри протягом декількох візитів та вчасно реагувати на будь-які аномалії.

12. Інтеграція з іншими медичними даними [6]: Комп'ютерне діагностування може бути інтегроване з іншими медичними даними пацієнта, такими як лабораторні аналізи, історія хвороби та інші клінічні параметри. Це створює повніший зоровий замальовок стану пацієнта та дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення щодо лікування.

Завдяки поєднанню традиційних методів діагностики з передовими комп'ютерними технологіями, комп'ютерне діагностування стану шкіри стає надзвичайно корисним інструментом для лікарів та дерматологів, що підвищує ефективність та точність діагностики та лікування захворювань шкіри.

Узагальнюючи вищезазначені інформаційні та технологічні можливості, комп'ютерне діагностування стану шкіри відкриває нові перспективи для сучасної медицини та дерматології. Ця інноваційна методика, поєднуючи традиційні методи визначення стану шкіри з передовими технологіями комп'ютерної обробки зображень, дозволяє лікарям і дерматологам проводити точну діагностику та моніторинг захворювань та станів шкіри.

Завдяки аналізу кольору, структури, текстури та інших параметрів шкіри, комп'ютерне діагностування стало важливим інструментом для виявлення захворювань, ефективного лікування та моніторингу пацієнтів. Комп'ютерні програми забезпечують надзвичайну точність та об'єктивність у визначенні стану шкіри, що сприяє ранньому виявленню захворювань, визначенню планів лікування та відстеженню динаміки лікування.

Повністю інтегровані системи дозволяють збирати та зберігати дані, спостерігати за динамікою змін, а також інтегрувати цю інформацію з іншими клінічними даними пацієнтів. Це допомагає лікарям приймати обґрунтовані рішення та надає пацієнтам більше можливостей для збереження та поліпшення здоров'я шкіри та загального здоров'я.

Отже, комп'ютерне діагностування стану шкіри є важливим кроком у напрямку підвищення точності, ефективності та доступності медичної допомоги для пацієнтів, а також сприяє попередженню та ранньому виявленню різних дерматологічних захворювань.

Список використаної літератури

[1] "Computer-Based Skin Disease Diagnosis: A Review" (Zhao, Z., Ruan, S., & Ying, L., 2013)

[2] "Artificial intelligence and dermatology: Opportunities, challenges, and future directions" (Esteva, A., Kuprel, B., & Novoa, R. A., 2018);
[3] "Machine Learning in Medicine: Part Two" (Samuel S. Thomas, 2020);
[4] "Dermatology: An Illustrated Colour Text" (David Gawkrodger, 2017) - джерело інформації про основи дерматології та важливі поняття для діагностики захворювань шкіри;
[5] Google Scholar [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://scholar.google.com/;
[6] PubMed [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/;
[7] О. Н. Захарчук1М. Д. Коробейнікова Т. І. Використання тривимірної графіки у медичній галузі // Матеріали молодіжної науково-практичної інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2020)» : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 3 с. Романюк–. URL:
[8] Романюк О.Н. , Захарчук М.Д. , Романюк С.О. , Чехместрук Р.Ю. , Тітова Л.В. Діагностика генетичних захворювань за тривимірною моделлю обличчя. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. — Харків : НТУ «ХПІ». — С. 1134.
[9] Романюк О.Н., Бажан В.М., Захарчук М.Д. , Романюк О.В., Коробейнікова Т. І. Комп'ютерні програми для медичного діагностування за зовнішніми ознаками людини. Сучасна наука: проблеми та перспективи (частина ІІ): матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 12-13 січня 2022 року. – Київ: МЦНіД, 2022. – с. 64-66.
[10] Романюк О. Н. Використання відбивних властивотей шкіри людини при комп'ютерній діагностиці захворювань [Текст] / О. Н. Романюк, А. Л. Чан, Ю. О. Панфілова // XII Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології і автоматизація – 2019", Одеса, 17-18 жовтня 2019 : збірник доповідей. Одеса, 2019. – Ч. 2. – С. 71-74.
[11] Романюк О.Н., Захарчук М. Д., Михайлов П.І., Чехместрук Р.Ю., В.М., Перун І.В. Визначення генетичних захворювань людини за тривимірною моделлю лиця . Електронні інформаційні ресурси: створення, використання , доступ. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет конференції, 9-10 листопада 2021 р . –Суми/Вінниця: НІКО/ВНТУ, 2021. – С. 179-184. .

Розділ 11.

3D моделювання та 3D друк

УДК 004.92

БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ

Завальнюк Є.К., Романюк О.Н.
(qq9272627@gmail.com, rom8591@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет (Україна)

У роботі проаналізовано основні вимоги до розробки програмних систем візуалізації тривимірних об'єктів.

Вступ. Графічний конвеєр для формування тривимірних сцен включає підсистеми геометричних перетворень та рендерингу. Підсистема рендерингу [1] полягає у формуванні двовимірного зображення відносно тривимірної геометричної моделі сцени. Загальними етапами візуалізації сцени [1] (рис. 1) є розрахунок векторів у вершинах полігонів поверхні об'єкта, розрахунок векторів всередині полігонів, нормалізація векторів, розрахунок моделі відбивної здатності поверхні, обчислення складових інтенсивності кольору та сумарної інтенсивності кольору кожного пікселя.

Рисунок 1 – Основні етапи візуалізації об'єктів

Визначення інтенсивності кольору пікселів характеризується великою обчислювальною складністю, тому при розробці програмних систем рендерингу важливе забезпечення не лише реалістичної візуалізації об'єктів, а й прийнятної продуктивності їх зафарбовування.

Мета. Проаналізувати основні вимоги до програмних систем рендерингу.

Вхідними даними програмних систем рендерингу тривимірних сцен є дані, отримані на етапі геометричних перетворень. Програмна система може додатково включати підсистему геометричних перетворень або використовувати інформацію з файлів тривимірних об'єктів (.obj, .stl).

Програмна обробка вхідної полігональної моделі повинна розпочинатись з розрахунку у кожній вершині сітки вектора нормалі та векторів до джерела світла, камери. Нормаль вершини полігона визначається через усереднення нормалей прилеглих до неї полігонів.

Подальші етапи візуалізації об'єкта залежать від обраного методу зафарбовування його поверхні. Бажано, щоб система могла визначити оптимальний метод зафарбовування [2] для кожного полігона моделі. Для цього програмна система може розраховувати кривизну полігона. У випадку трикутника найпростіший підхід до оцінки його кривизни полягає у порівнянні кутів сферичного трикутника [2] (рис. 2-а), утвореного нормалями його вершин. Також можливо обчислити кривизну вершин трикутника (рис. 2-б) на основі кутів прилеглих полігонів. Якщо кривизна полігона перевищує порогове значення, то застосовується метод зафарбовування Фонга. Інакше (або якщо об'єкт віддалений від камери) застосовується більш простий метод Гуро.

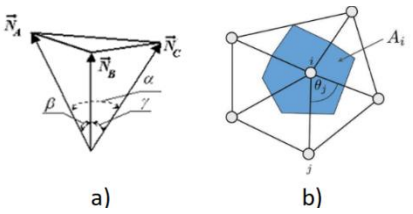


Рисунок 2 – Способи оцінки кривизни трикутника полігональної сітки

Якщо програмною системою обрано метод Гуро, то на основі розрахованих векторів вершин спершу обчислюється інтенсивність кольору у вершинах полігону.

Спекулярна складова [3] інтенсивності кольору відповідає за відблиски. Для її знаходження спершу обчислюється двопроменева функція відбивної здатності (ДФВЗ), яка визначає частку відбитого випромінювання у напрямку до камери. Значення ДФВЗ залежить від орієнтації векторів нормалі, камери та джерела світла, що повинні бути нормалізовані.

Нормалізація вектора [4] полягає у діленні кожної його складової на корінь суми квадратів складових. Операції ділення та розрахунку кореня характеризуються значною обчислювальною складністю. Тому програмна система повинна використовувати методи спрощеної нормалізації векторів. Серед підходів до спрощеної нормалізації [4] нормалей виділяються розклад оберненої довжини вектора у ряд Тейлора, нормалізація на основі кроків ітерації Ньютона-Рафсона (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні підходи до нормалізації нормалей

Назва	Формула	Пояснення
Нормалізація на основі кроків Ньютона-Рафсона	$\vec{N}_n = (\vec{N}/3)(3-(\vec{N}\cdot\vec{N}))$	$\vec{N}_n$ - нормалізована нормаль
Нормалізація за підходом Ліона	$\vec{N}_n = \vec{N}(1-0.5((\vec{N}\cdot\vec{N})-1)+3/8((\vec{N}\cdot\vec{N})-1)^2)$	-

Бажаною є можливість застосування у програмній системі різних ДФВЗ залежно від потреб користувача. Реалізовані у системі ДФВЗ повинні відповідати ряду критеріїв [5], до яких належать неперервність, максимально точне відтворення зони епіцентру відблиску, монотонне відтворення зони блюмінгу відблиску, невід'ємність значень, відповідність закону збереження енергії, відповідність принципу симетричності Гельмгольца, простота формули для можливості апаратної

реалізації, відсутність експоненціальної залежності складності розрахунку формули від коефіцієнта спекулярності поверхні.

Значення спекулярної складової отримується множенням значення ДФВЗ на інтенсивність джерела та коефіцієнт спекулярного відбиття. Дифузна складова [3] визначає видимість об'єкта та визначається на основі коефіцієнта дифузного відбиття, інтенсивності джерела світла, нормалізованих векторів нормалі та джерела. Складова розсіяного світла [3] подає світло від навколишнього середовища та визначається з врахуванням коефіцієнта відбиття розсіяного світла, інтенсивності розсіяного світла. Фінальна інтенсивність кольору вершини розраховується шляхом поєднання складових спекулярного й дифузного відбиття, розсіяного світла.

Значення інтенсивностей кольору пікселів всередині полігонів визначаються за допомогою лінійної інтерполяції інтенсивностей у вершинах трикутника.

Якщо системою ідентифіковано велику кривизну полігона й обрано метод Фонга, то замість інтерполяції інтенсивностей застосовується інтерполяція нормалей вершин. Також для кожної точки полігону визначаються вектори до камери та джерела світла.

Підходами до швидкої інтерполяції [4] нормалей є квадратична інтерполяція [4], сферично-кутова інтерполяція [4], інтерполяція на основі принципу дихотомії [4]. Формули [4] для інтерполяції векторів нормалей подано у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні підходи до інтерполяції нормалей

Назва	Формула	Пояснення
Інтерполяція нормалей на основі принципу дихотомії	$\vec{N}_{(1/2^{n+1})} = (\vec{N}_a + \vec{N}_{1/2^n}) / \sqrt{2+\sqrt{2(1+\cos(\psi/2^{n-1}))}}$	ψ - кут між початковою та кінцевою нормалями ($\vec{N}_a$ і $\vec{N}_b$), $\vec{N}_{1/2^n}$ - нормаль, отримана при $n-ому$ поділі сегментів рядка растеризації
Сферично-кутова інтерполяція нормалей	$\vec{N}(t) = \vec{N}_a \cdot \cos(t \cdot \varphi) + \vec{N}_k \cdot \sin(t \cdot \varphi)$	$t \in [0,1]$ - номер пікселя у рядку растеризації, φ-кут між нормалями, $\vec{N}_k$ - нормований вектор нормалі
Квадратична інтерполяція нормалей	$\vec{N}_{i,t} = \vec{G}_i \cdot t^2 + \vec{P}_i \cdot t + \vec{Q}_i$	$\vec{G}_i = 2(\vec{N}_{i,b} - 2\vec{N}_{i,c} + \vec{N}_{i,a})$, $\vec{P}_i = 4\vec{N}_{i,c} - \vec{N}_{i,b} - 3\vec{N}_{i,a}, \vec{Q}_i = \vec{N}_{i,a}$, $\vec{N}_{i,c}$ - нормаль середньої точки рядка растеризації

Перспективною є сферично-кутова інтерполяція, що дозволяє інтерполювати нормаль на основі двох попередніх.

Інтерпольовані нормалі використовуються для визначення інтенсивностей кольору в усіх точках полігону. Для цього аналогічно використовується функція зафарбовування на основі трьох складових. Відблиски зазвичай займають близько 10% [5] поверхні об'єкта, тому спекулярна складова повинна обчислюватись у програмі лише, якщо наявність відблиска у полігоні є можливою. Найбільше значення спекулярної складової має місце, коли кут між нормаллю та напіввектором (серединний вектор між напрямами до камери і джерела світла) є мінімальним. Залежно від положення напіввектора, перевіряються [2] його кути з нормаллю вершини трикутника, проміжною нормаллю ребра, проміжними нормалями усіх ребер.

Після формування системою зображення сцени важливим є її фінальне опрацювання. Для усунення ефекту зубчастості контурів об'єктів необхідна реалізація методів антиалійзингу [6]. До основних методів антиаліайзингу належать суперсемплінг (усереднення збільшеного зображення сцени), мультисемплінг (обробка пікселів на границях полігону) та методи постобробки (морфологічне, швидке наближене, часове наближене згладження, субпіксельна реконструкція).

Додатково може здійснюватись покращення якості зображення [6] за допомогою підвищення контрасту, застосування фільтрів згладження чи згорткових нейромереж.

Для підвищення продуктивності візуалізації об'єктів може застосовуватись розпаралелення [7] процесів зафарбовування поверхонь. Може здійснюватись паралельна обробка каналів RGB і координат пікселів, пікселів, кадрів, підкадрів, примітивів, фрагментів примітивів.

Якщо система забезпечує зафарбовування фігур різними методами, повинна бути можливість порівняння реалістичності даних методів. Для цього використовуються метрики оцінювання якості зображення [8], серед яких най популярнішими є NMSE, RMSE, PSNR (табл. 3).

Таблиця 3 – Основні метрики оцінювання якості зображення

Метрика	Формула	Пояснення
NMSE	$\frac{\sum_i (R_1(i)-R_2(i))^2+(G_1(i)-G_2(i))^2+(B_1(i)-B_2(i))^2}{\sum_i R_1(i)^2+G_1(i)^2+B_1(i)^2}$	i-номер пікселя, R,G,B - канали інтенсивності кольору
RMSE	$\sqrt{(\sum_i (R_1(i)-R_2(i))^2+(G_1(i)-G_2(i))^2+(B_1(i)-B_2(i))^2)/N}$	N -кількість пікселів
PSNR	$10\log_{10}(MAX^2/MSE)$	MSE –RMSE без кореня, MAX - максимальна інтенсивність

Продуктивність програмної системи оцінюється на основі кількості кадрів [5], що система може генерувати за секунду (англ. frames per second – fps).

Висновок. Програмні системи рендерингу залежно від завдання повинні забезпечувати прийнятну реалістичність і продуктивність зафарбовування об'єктів. Доцільним є програмне використання концепції адаптивного зафарбовування, при якому метод зафарбовування обирається на основі кривизни та розташування полігона. Для підвищення продуктивності формування сцен можуть застосовуватись спрощення нормалізації нормалей і розпаралелення процесів рендерингу. Реалістичність сформованого зображення залежить від використаної у програмі ДФВЗ. Результати програмної візуалізації сцен можуть порівнюватись на основі метрик якості зображення та частоти формування кадрів.

Список використаної літератури

1. О. Н. Романюк, О. В. Романюк, та Р. Ю. Чехместрук, Комп'ютерна графіка. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2023.

2. О. Н. Романюк, та А. В. Чорний, Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.

3. О. Н. Романюк, "Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні", Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 9, с. 145 – 151, 2008

4. В. В. Войтко, та О. В. Романюк, " Аналіз методів нормалізації векторів нормалей для задач формування тривимірних зображень", Наукові праці ВНТУ, № 1, с. 1 – 7, 2009.

5. С. О. Романюк, "Основні вимоги до побудови систем кінцевої візуалізації", у Інтернет-Освіта-Наука-2014 (ІОН 2014), Вінниця, Україна, 2014, с. 81 – 85.

6. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, Р. Ю. Чехместрук, О. В. Романюк, та А. В. Денисюк, "Методи покращення якості зображень", у Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, Харків, Україна, 2023, с. 1167.

7. О. Н. Романюк, М. Д. Обідник, О. В. Романюк, та Н. С. Костюкова, "Ообливості архітектурної побудови систем формування тривимірних зображень", Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 12 (165), с. 87 – 93, 2010.

8. О. Н. Романюк, та Є. К. Завальнюк, "Огляд метрик порівняння якості зображень", у Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи, Вінниця, Україна, 2023, с. 571 – 573.

УДК 004.92

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ KINECT ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ

Котлик Д.В., Соколова О.П. **(**daniil27kot@gmail.com, okspetr@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

В даний час існує проблема створення 3D моделей різних об'єктів, так як на ручне проектування тривимірних об'єктів йде велика кількість розумових і тимчасових витрат і зусиль, виникає потреба в спрощенні процесу проектування. Вирішити цю проблему дозволяє 3D сканер, проте ціна професійних сканерів дуже велика. Ця стаття присвячена використанню для 3D сканування об'єктів пристрою Kinect.

3D друк та 3D принтери в нашому житті вже перейшли з розряду фантастики до розряду побутової програми. Дійсно, досить багато фірм пропонують зробити оригінальний подарунок на день народження у вигляді бюста іменинника, зламану пластмасову деталь в автомобілі набагато дешевше зробити на 3D принтері із пластику, ніж замовляти у фірми-виробника або в магазині запчастин. 3D принтер – це пристрій, який створює об'ємний предмет на основі віртуальної 3D моделі. В основі технології 3D друку лежить принцип пошарового створення (нарощування) фізичної моделі [1, 2, 3].

Така технологія має багатообіцяючі перспективи для науки, освіти та сталого розвитку суспільства завдяки своїй здатності створювати 3D об'єкти – від археологічних експонатів, складних математичних поверхонь до медичних протезів [1, 3, 8].

Однак такий друк немислимий без попереднього створення 3D моделі, яка може бути представлена у вигляді програмного коду або відображена у в'юпорті або в'ювері, як 3D модель, або за допомогою двовимірного зображення, що створюється у процесу рендерингу [2].

Існує два підходи до створення 3D моделей: «з нуля» за допомогою пакетів комп'ютерного моделювання та за допомогою 3D сканерів з подальшим поєднанням кількох частин однієї моделі. Перший спосіб трудомісткий і підходить далеко не завжди, а також потребує певної кваліфікації від користувача. Другий спосіб є альтернативою, так як тривимірні сканери дозволяють зареєструвати будь-яку форму об'єкта в короткий час та з високою точністю. В даний час 3D моделі, отримані за допомогою сканування, знаходять широке застосування в різних областях [4, 5, 6, 8].

Ось лише деякі приклади областей, де 3D сканування знаходить застосування завдяки своїй багатофункціональності та точності [6, 7]:

- *Архітектура та будівництво*: 3D сканування допомагає створювати точні моделі будівель та місцевості, а також аналізувати просторові дані для проектування та планування будівництва. Воно також може використовуватись для контролю якості та інспекції будівельних об'єктів.
- *Проектування продуктів та промислове виробництво*: 3D сканування дозволяє створювати точні цифрові моделі предметів та компонентів для проектування нових продуктів та перевірки їх сумісності та взаємодії у рамках виробничих процесів.
- *Культурна спадщина та археологія*: 3D сканування допомагає відновлювати та зберігати об'єкти мистецтва, архітектурні споруди, античні артефакти та археологічні знахідки. Воно створює точні цифрові копії, які можуть бути використані для дослідження, візуалізації та освітніх цілей.
- *Медицина та охорона здоров'я*: у медичних науках 3D сканування застосовується для створення точних моделей органів, кісток та тканин для планування операцій, друку 3D моделей для навчання та виготовлення індивідуальних медичних протезів.
- *Реставрація та пам'ятники*: 3D сканування використовується для реставрації старовинних будівель, монументів та пам'ятників, а також для відтворення втрачених або пошкоджених частин або елементів (рис.1).

Рисунок 1 – Ілюстрація використання сканування з метою реставрації

- *Освіта та наукове дослідження:* 3D сканування дозволяє створювати інтерактивні візуалізації та моделі для освітніх цілей та наукового дослідження у різних дисциплінах, таких як історія, біологія, геологія, археологія та інші.

Однак ціни на пристрої тривимірного сканування досить великі і можуть значно змінюватись в залежності від їх характеристик, точності та функціональних можливостей, що не дозволяє їх використовувати для побутового 3D друку. Ось приблизні (досить великі, як на наш погляд) цінові діапазони для деяких поширених сучасних лазерних сканерів (Laser Scanners) для тривимірного сканування [11]:

- Einscan Pro 2X: от $4,000 до $5,000.
- FARO Focus S350: от $50,000 до $60,000.
- Leica BLK360: от $15,000 до $20,000.
- Leica RTC360: от $50,000 до $70,000.
- FARO Freestyle 3D: от $15,000 до $20,000.

Виходом із цієї ситуації буде застосування для створення 3D моделей порівняно дешевих пристроїв, які безпосередньо не створені для цілей сканування, але, тим не менш, дозволяють це робити. Досить багато пропозицій стосується використання цих цілей пристрою Kinect [10, 11, 12]. Цей пристрій, розроблений компанією Microsoft, спочатку був призначений для використання в ігровій приставці Xbox. Він оснащений камерою глибини, інфрачервоним проектором та мікрофонами, що дозволяють розпізнавати рух та голос користувача. У зв'язку з його можливостями розпізнавання простору, і виникла пропозиція щодо його застосування для тривимірного сканування.

Рисунок 2 - Вид пристрою Kinect v2

Хоча Kinect не був спеціально розроблений для тривимірного сканування, його функціональні можливості цілком можуть бути використані в цій галузі. Камера глибини, що працює на основі принципу структурованого світла, дозволяє отримувати дані про геометрію об'єктів у просторі. Ці дані можна використовувати для створення тривимірних моделей об'єктів (рис.2, 3).

Проте, важливо відзначити, що якість тривимірного сканування за допомогою Kinect може бути обмежена. Дозвіл і точність даних залежать від умов освітлення, віддаленості об'єкта, а також від самого пристрою. В результаті сканування за допомогою Kinect може бути більш придатним для некритичних завдань, таких, як створення простих тривимірних моделей для ігрових або освітніх цілей.

Пристрій Kinect v2 складається з кількох ключових компонентів [11, 12]:

- *Камера RGB*: знімає кольорові зображення довкілля.
- *Інфрачервона камера*: записує інформацію про глибину за допомогою інфрачервоних датчиків. Він виявляє інфрачервоне світло, що випромінюється вбудованим інфрачервоним проектором, та вимірює час, необхідний для повернення світла, що дозволяє визначати глибину.
- *Інфрачервоний проектор*: випромінює інфрачервоні світлові візерунки на скановані об'єкти або сцену. Ці шаблони допомагають отримати інформацію про глибину, оцінюючи спотворення, спричинені об'єктами на сцені.

Пристрій Kinect поєднує дані з камери RGB, інфрачервоної камери та інфрачервоного проектора для створення детальної карти глибини та зображення RGB, що дозволяє генерувати тривимірну хмару точок та відстежувати людські тіла або об'єкти в режимі реального часу. Kinect також включає додаткові компоненти та технології, що дозволяють відстежувати рух, скелетне відстеження та розпізнавання звуку (рис.3).

Рисунок 3 – Ілюстрація роботи пристрою Kinect

Дослідження застосування Kinect для 3D сканування показало, що його доцільно використовувати у таких випадках:

- *Прості тривимірні моделі*: якщо потрібно створити базові тривимірні моделі для ігрових, освітніх або простих візуалізаційних цілей, пристрій Kinect може бути корисним інструментом. Наприклад, його можна використовувати для створення тривимірної моделі людського тіла або простих об'єктів.
- *Інтерактивна розробка*: якщо робота над проектом потребує швидкого та інтерактивного тривимірного сканування, пристрій Kinect може бути зручним варіантом. Наприклад, для створення прототипів віртуальної реальності або ігрових середовищ із тривимірною взаємодією.
- *Освітні цілі*: пристрій Kinect може бути корисним для навчання та практики тривимірного моделювання. Воно може бути використане в освітніх закладах для введення студентів до основ тривимірного сканування та створення тривимірних моделей.
- *Домашні проекти та хобі*: якщо у вас є інтерес до тривимірного сканування і вам потрібне доступне та ігрове рішення, пристрій Kinect може бути відповідним вибором. Його можна використовувати для створення тривимірних моделей для власних проектів або експериментів.

Застосування Kinect як сканера описано досить різноманітно, його можна використовувати за допомогою різних прийомів та технологій. В ОНТУ зроблено спробу модифікації досить дешевої технології створення 3D моделей з використанням пристрою Kinect та умовно-безкоштовних доступних програм. Слід звернути увагу, що Kinect як сканер використовується для досить великих предметів (рис.3), тобто, отримати тривимірне якісне зображення ручки або брелока буде важко.

Список використаної літератури
[1]. 10 Advantages of 3D Printing. [Online]. Available: https://www.makerbot.com/stories/engineering/advantages-of-3d-printing/
[2]. The voice of 3D printing. [Online]. Available: https://3dprint.com/
[3]. Применение инновационных технологий и 3D-печати в дизайне ювелирных изделий: монография / Л.А.Иванова, С.В.Котлик, М.А.Помазенко, О.П.Соколова. - Одесса: Астропринт, 2018. - 260 с.
[4].С. Котлик, О. Романюк, О. Соколова, Д. Котлик, Розробка доступної технології створення 3D комп'ютерних моделей на основі фотограмметрії. Частина I., Automation of technological and business processes, Volume 14, Issue 2, pp. 37-50, Сер 2022, DOI:https://doi.org/10.15673/atbp.v14i2.2332.
[5].С. Котлик, О. Романюк, О. Соколова, Д. Котлик, Розробка доступної технології створення 3D комп'ютерних моделей на основі фотограмметрії. Частина II., Automation of technological and business processes, Volume 14, Issue 3, pp. 11-19, Сер 2022, **DOI**: https://doi.org/10.15673/atbp.v14i3.2348
[6]. 3D scanning/ [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanning
[7]. How do 3D Scanners Work? [Online]. Available: //matterandform.net/blog/how-do-3d-scanners-work?d
[8]. Gao, L., Chen, X., Ji, G., & Ding, Z. (2020). A Stereo Vision-Based 3D Scanning System for Road Pavement Profiling. Sensors, 20(6), 1706.
[9]. Li, H., Ma, M., Wang, Y., & Fu, Y. (2018). High-speed and High-precision 3D Scanning System Using Structured Light. IEEE Photonics Journal, 10(4), 1-10.
[10]. Kinect as a 3D Scanner - An Easy Beginner's Tutorial. [Online]. Available: https://all3dp.com/2/kinect-3d-scanner-easy-beginner-tutorial/
[11]. Kinect Fusion looks to make 3D modeling easier. [Online]. Available: https://newatlas.com/kinect-fusion-3d-modeling/26569/
[12]. 3D Scanning Tutorial for Microsoft Kinect and 3D Builder. [Online]. Available: https://i.materialise.com/blog/en/3d-scanning-tutorial-microsoft-kinect-and-3d-builder/

УДК 515.1

ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ У ТВЕРДОТІЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ

Петров В.М. (0673972002@ukr.net)
Одеський національний технологічний університет (Україна)
Познар С.С. (poznar.simo@gmail.com)
НВО Агро-Симо-Машбуд (Україна)

У тезах розглянуто застосування оптимального проектування у галузевому машинобудуванні. Топологічна оптимізація – один із напрямків, що розвиваються в сучасній науці проектування. Використання топологічної оптимізації в проектуванні дозволило отримувати деталі та складальні одиниці із заданими параметрами за масою та характеристиками міцності, а також значно скоротити терміни проектування.

Зазвичай створення тривимірної моделі складальної одиниці організовано за принципом «знизу-вгору», що дозволяє виконати спочатку твердотільну деталь, а потім вставити її в складання. Удосконалення систем САПР середнього рівня дозволило виконувати розрахунки деталей та складальних одиниць, не залишаючи середовища проектування. Одним із напрямків удосконалення систем САПР є оптимізація форми залежно від робочих навантажень та граничних умов. Оптимізація топології дозволяє раціонально використовувати матеріал у твердотільній моделі, враховуючи його властивості. Завдання оптимізації, які вирішуються при проектуванні деталей (так і складальних одиниць):

- пошук оптимальної форми при обмеженнях по масі;
- пошук оптимальної геометричної форми при заданому коефіцієнті запасу міцності;
- пошук робочих навантажень за зміни геометричних розмірів;

- пошук робочих навантажень за зміни якості матеріалів;
- топологічна оптимізація геометричної форми та розмірів.

Метою доповіді є розгляд та впровадження способів оптимізації при проектуванні технологічного обладнання та скорочення часу на розробку складних машинобудівних проектів за рахунок зменшення обсягу обчислень та часу, що витрачається на моделювання та редагування креслень. Крім того скорочується кількість необхідних стадій проектування, матеріальних моделей та їх випробування.

У попередньо отриманій моделі деталі визначають зони, що не підлягають жодним змінам, це базові привалочні поверхні, місця з'єднань з іншими деталями, необхідні робочі поверхні і т.д. Як і при дослідженні напруги призначають матеріал, прикладають до моделі навантаження, в тому числі силу гравітації, накладають граничні умови.

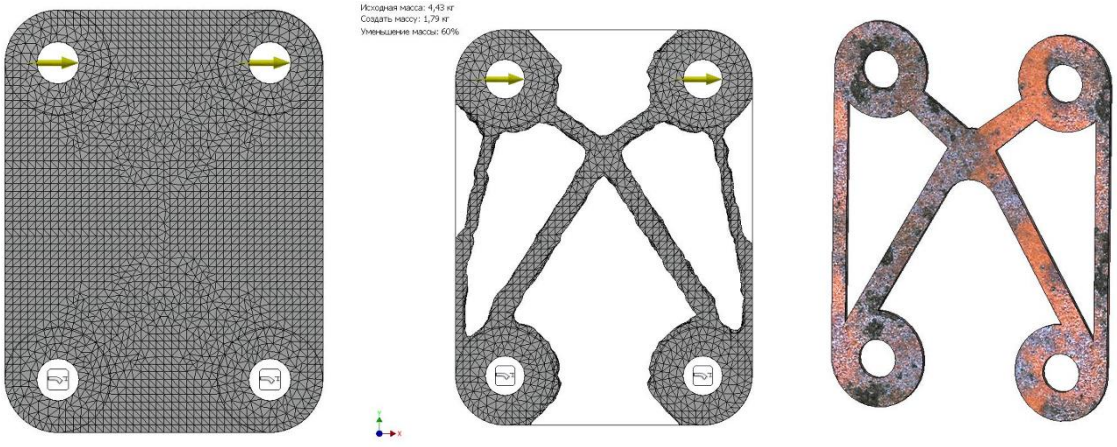
Використовуючи метод кінцевих елементів, здійснюють розбивку моделі деталі на дрібні складові та за необхідності коригують деякі зони, особливо з дрібними конструктивними елементами (Рис. 1а). Ця процедура пов'язана з обчислювальною можливістю процесора та об’ємом оперативної пам’яті, тому іноді вимагає збільшення розмірів кінцевих елементів, що призводить до зниження точності визначення напружень, але зменшує розрахунковий час. Форма геометрії кінцевих елементів може бути різною, тому результати обчислень також залежать від її правильного вибору. Потім задають параметри оптимізації, наприклад, зменшення маси деталі у відсотках від вихідної моделі.

У топологічній оптимізації застосовуються такі основні методи: ESO (Evolutionary Structural Optimization), SIMP (Solid Isotropic Material with Penalization) та Level-Set (метод встановлення рівня) та їх комбінації [1]. Так використовуючи метод ESO визначають найменш напружені зони деталі і кінцеві елементи з цих зон видаляються, що призводить до отримання геометрії з негладкими поверхнями (Рис. 1б). Це вимагає додаткового редагування отриманої попередньої моделі деталі після оптимізації, за допомогою додаткових ескізів добавляють в основному багатогранники, які остаточно видавлюють залишки матеріалу з моделі. Наприклад розглянута деталь доведена до виду отриманого на рис. 1в.

Додаткове редагування полягає у підготовці топології деталі до реального виробництва і використання зі збереженням умов, визначених на початку проектування. Для цього визначається метод виготовлення деталі:

- лиття
- зварна конструкція
- фрезерування з цільного бруска матеріалу
- вирізання на портальному ЧПК-верстаті термічної різки (лазерний, плазмовий, кисневий)
- 3d друк
- багатостадійна механічна обробка на традиційних металообробних станках
- та інші.

Кожен спосіб передбачає наявність специфічних технологічних баз (не співпадаючих з конструкторськими), які можуть бути відокремлюваними або інтегрованими у кінцеву топологію деталі.



а б в

Рис. 1. Поетапна побудова оптимізованої деталі.

Також іноді слід коригувати форму враховуючи необхідність транспортування – введення додаткових фіксуючих або стропових елементів та інше.

Після внесення коригувань проводиться фінальний розрахунок напружень, що виникають в деталі при робочих навантаженнях, чим підтверджується успішність оптимізації топології деталі згідно вхідним умовам. У протилежному випадку проводиться ще один цикл оптимізації і так далі до досягнення вхідних умов оптимізації.

В результаті топологічної оптимізації маса деталі з початкових 4,43 кг скоротилася до 1,79 кг, тобто на 60%. Слід відзначити, що міцність деталі не погіршилася. Розподіл напружень вирівнявся, що значно покращує умови роботи деталі, особливо при циклічних навантаженнях.

Висновки. Застосування метода топологічної оптимізації дозволяє виконувати проектування деталей та складальних одиниць з урахуванням їхньої міцності. При даному підході до проектування можливо значно скоротити масу як деталей так і всього виробу. Враховуючи перерозподіл матеріалу в моделі деталі, значно покращуються умови її експлуатації. Скорочується кількість необхідних стадій проектування, матеріальних моделей та їх випробування, що приводить до загального скорочення термінів на проектування..

Список використаної літератури

[1]. И.Л. Ковалева, Д.П. Кункевич, В.В. Напрасников, Ю.В. Полозков, А.А. Чваньков. Топологическая оптимизация конструктивной геометрии легковесных деталей. Системный анализ и прикладная информатика, №3, 2022.

УДК 004.588

СУЧАСНІ МЕТОДИ БІОПРИНТИНГУ

Рейда[1] М. О., Клімбовський[1] Є. О., Черній[1] А. О., Романюк[1] О. Н., Котлик[2] С. В.
(okashnik48@gmail.com, jenyaklimbovski127@gmail.com,
qugalet@m0e.space, rom8591@gmail.com, *sergknet1@gmail.com)*
[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2]Одеський національний технологічний університет (Україна)

Розглянуто методи та засоби біопринтингу. Проаналізовані новітні технології покращення процесу.Розглянуто особливості біоінженер них моделей.і

Вступ

Біодрук[1-5] - це розширення звичайного тривимірного друку, яке в основному використовується у медичній галузі. Ці дві технології дуже схожі, але вони відрізняються застосуванням матеріалів: тоді як звичайний 3D-принтер створює об'єкти з пластику, металу, кераміки або навіть їстівних матеріалів, таких як шоколад, біопринтери використовують біологічні сировини, такі як живі клітини. Головною метою розвитку 3D-біодруку [1] було подолання обмеженої доступності органів для трансплантації. Виробництво людських тканин, шкіри, кровоносних судин та внутрішніх органів, а також тестування фармацевтичних препаратів та проведення наукових досліджень - це лише кілька можливих застосувань технології біодруку, яка, однак, стикається з численними труднощами. Наприклад, створення біологічного серця виявляється набагато складнішим завданням, ніж друк пластикової фігурки, чи навіть будівлі. Незважаючи на це, технологія постійно вдосконалюється, залишаючи основний принцип практично незмінним.

Результати дослідження

Найпопулярніший метод біодруку ґрунтується на принципі екструзії матеріалу [1], і цей процес дуже схожий на звичайний 3D-друк. Екструзійний 3D-біопринтер функціонує подібно до роборуки, яка рухається у трьох напрямках і, подібно до шприца, виштовхує гель із клітинами, створюючи тривимірну структуру шар за шаром. Цей процес відбувається при кімнатній температурі, що дозволяє добре зберігати клітини і забезпечує однорідну структуру. Інший метод, відомий як струменевий біодрук, має багато спільного з традиційним струменевим друком на папері. У цьому методі краплі біочорнила наносяться без контакту на гідрогелевий субстрат або

культуральну чашку під контролем комп'ютера (див. рис. 1).

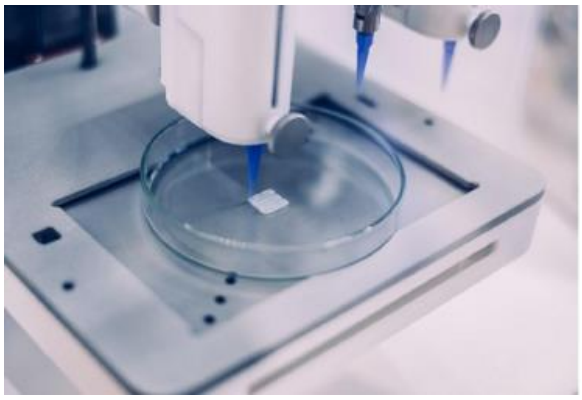


Рисунок 1 - Процес біодруку в чашці Петрі.

Імпульс тиску може бути створений термічним або п'єзоелектричним методом. У першому випадку, краплі біочорнила виштовхуються з вузького сопла під впливом нагрівання до високих температур, що може призвести до неоднорідних крапель та теплового стресу для клітин. У випадку п'єзоелектричного механізму, краплі формуються за рахунок механічної вібрації, що дозволяє отримувати однорідні краплі, але може спричинити пошкодження клітинних мембран [2].

Лазерний біодрук використовує як джерело енергії лазери задля більш точного нанесення біоматеріалів на підкладку. Цей метод має високу роздільну здатність, але вимагає дорогоцінного обладнання та забирає багато часу. Метод стереолітографії відрізняється тим, що біочорнило вже присутнє на місці. У цьому методі лазер використовується для вибіркового затвердіння невеликої кількості біочорнила, у якому наявний світлочутливий гідрогель, формуючи біологічну структуру шар за шаром, ця техніка не використовує сопла, отже клітини не зазнають пошкодження. Загальний час друку залежний від товщини структури, але існують обмеження: відсутність належних біосумісних і біорозкладних полімерів, шкідливий вплив залишкових токсичних реагентів фототвердіння, неможливість повністю видалити допоміжну конструкцію. Такі методи використовуються для різних цілей, і часто їх комбінують, задля покращення ефективності біодруку. Після отримання біодрукованих структур їх піддають постобробці в біореакторах для підтримки дозрівання та росту клітин. Остаточний продукт може бути готовий для трансплантації, але він також має свої обмеження, такі як відсутність відповідних біосумісних полімерів та проблеми з видаленням несучої структури.

Біоінженерні моделі (БМ) — це інноваційні моделі, які можуть подолати обмеження двовимірних моделей і моделей на тваринах, дозволяючи симулювати природне мікросередовище в тілі людини залежно від пацієнта та цілі. БМ можна використовувати для перевірки безпеки та ефективності ліків і медичних пристроїв шляхом відтворення структур і функцій, які максимально нагадують структури та функції тканин і органів. Удосконалення електроспінінгу або підходів до 3D-риштувань, і точне налаштування параметрів друку на основі конкретних вимог до трубчастих структур і складних моделей тканин можуть сприяти створенню більш складних і адаптованих структур.

LUMEN X Gen 3[3]. (див. рис. 2) розроблено для задоволення потреб дослідників і вчених, яким потрібні можливості біодруку з високою роздільною здатністю Підвищена роздільна здатність виробу у вимірах X, Y та Z дозволяє точно друкувати детальні біоміметичні структури та високодеталізовані структури з високою точністю. Завдяки компонентам промислового рівня та винятковому контролю температури третє покоління забезпечує послідовний друк широкого діапазону матеріалів.

Рисунок 2- LUMEN X Gen 3.

Висновки

Розглянуто основні методи біодруку. Недоліком екструзійного методу є неточний викид крапель і закупорка сопла з можливою загибеллю клітинного матеріалу. Струменевий метод може спричинити пошкодження мембран клітини або неоднорідність крапель біочорнила, лазарний біодрук вимагає дорого обладнання. Оптимальним буде комбінування різних методів задля покращення кінцевого результату.

Список використаної літератури

[1] Методи 3D біодруку для виготовлення біоінженерних моделей кровоносних судин. [Електронний ресурс]. – Режим доступу[https://www.news-medical.net/news/20230908/3D-bioprinting-methods-for-fabricating-bioengineered-blood-vessel-models.aspx]

[2] Що таке біодрук? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://nauka.ua/card/shcho-take-biodruk-vin-shozhij-na-zvichajnij-druk-na-paperi-yaki-chornila-vin-vikoristovuye-ta-dlya-chogo]

[3] CELLINK Unveils Third Generation LUMEN X – The New Standard for DLP Bioprinting. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.cellink.com/cellink-unveils-third-generation-lumen-x/]

[4] Романюк, О.Н. Особливості технологій 3D-біопрінтінгу [Текст] / О.Н. Романюк, В.М. Чорний // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 18-22 квітня 2016 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми : СумДУ, 2016. - С. 74.

[5] Романюк, О.Н. Особливості технологій 3D-біопрінтінгу [Текст] / О.Н. Романюк, В.М. Чорний // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 18-22 квітня 2016 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми : СумДУ, 2016. - С. 74.

УДК 621.39(477.75)

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНИХ 3-D МОДЕЛЕЙ ЗА КРЕСЛЕННЯМИ МЕХАНІЗМІВ СТАРИХ ЗРАЗКІВ

Соколова О.П, Шинкар О.В. (okspetr@ukr.net, scorptrow@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет (Україна)

Процес створення тривимірних моделей за старими кресленнями механізмів досить поширений у світі. З розвитком сучасних технологій та програмного забезпечення, спеціалізовані інженерні та проектувальні компанії часто застосовують цей процес для відтворення старих механізмів у тривимірному вигляді.

Особливо активно цей процес використовується в індустрії реставрації та реконструкції старих механізмів, а також при проектуванні нових моделей на основі існуючих креслень. Також в

археології та наукових дослідженнях тривимірні моделі створюються на основі архівних креслень для вивчення та відновлення історичних об'єктів [1, 2, 3, 5].

Використання тривимірних моделей за старими кресленнями дозволяє більш точно уявити механізми, провести аналіз та оптимізацію, а також використовувати їх для подальшого проектування та виробництва.

Створення моделей старих механізмів має велике значення для збереження історичної, освітньої, культурної цінності та сприяє розвитку та інноваціям у галузі інженерії та технологій [3, 4, 6, 7]:

1. Історичне збереження: старі механізми є цінними історичними артефактами, що показують технологічний розвиток певної доби. Створення моделей дозволяє зберегти їхню віртуальну копію, яка може бути доступна для дослідження, освіти та публічного доступу навіть у разі фізичного погіршення чи втрати.

2. Освітні цілі: моделі старих механізмів можуть бути використані в освітніх цілях для демонстрації та пояснення принципів та застосування цих механізмів. Студенти та дослідники можуть вивчати їх конструкцію, роботу та вплив на розвиток технологій.

3. Реставрація та реплікація: моделі старих механізмів можуть бути основою для реставрації та реплікації технічних об'єктів. Вони дозволяють візуально уявити і зрозуміти складні механізми, а також використовувати ці моделі як основу для створення нових екземплярів.

4. Дослідження та інновації: створення моделей старих механізмів може сприяти дослідженням та інноваціям у галузі інженерії та технологій. Аналіз та віртуальне тестування механізмів, що працювали, дозволяють отримати цінні уроки і застосувати їх у розробці сучасних технологій.

5. Культурна спадщина: старі механізми мають велику культурну цінність і є частиною національної та світової культурної спадщини. Створення моделей дозволяє зберегти та передати цю спадщину майбутнім поколінням, а також забезпечити доступність та вивчення цих об'єктів широкої аудиторії.

Нижче наведено кілька прикладів використання тривимірного моделювання з урахуванням старих креслень механізмів. Фактично, цей процес може бути застосований у різних галузях, включаючи машинобудування, архітектуру, виробництво та дизайн:

1. Реставрація та реконструкція історичних механізмів [3, 5]: наприклад, археологічні дослідження можуть містити створення тривимірних моделей за старими кресленнями артефактів, таких як древні механізми або машини. Це дозволяє більш точно відтворити та вивчити історичні механізми.

2. Проектування нових моделей на основі старих креслень [1, 7]: у деяких випадках, маючи старі креслення механізму, можна створювати тривимірні моделі нових версій чи модифікацій цього механізму. Наприклад, якщо є креслення старого автомобіля, можна створити тривимірну модель модернізованої версії.

3. Відновлення втрачених або пошкоджених креслень [4, 5]: якщо старі креслення механізму були втрачені або пошкоджені, тривимірне моделювання може використовуватися для відновлення цих креслень. За наявними фрагментами чи з допомогою додаткових досліджень можна створити тривимірну модель механізму.

4. Створення цифрових архівів [1, 6]: старі креслення механізмів можуть бути перетворені на тривимірні моделі для створення цифрових архівів. Це дозволяє зберегти та зберігати у подальшому інформацію про механізми у більш сучасному та зручному форматі.

У науково-технічній бібліотеці ОНТУ зберігаються численні архівні документи, статті, книги відомих вчених у галузі переробки та зберігання зерна кінця 19 – початку 20 століть, які дозволяють судити про високий рівень розвитку наукової думки та техніки у цій галузі (рис.1). На жаль, протягом століття багато документів і зображень було втрачено або знищено, причиною чого стало неакуратне і неправильне їх зберігання. Це унеможливило повноцінне вивчення нашої культурної та технічної історії.

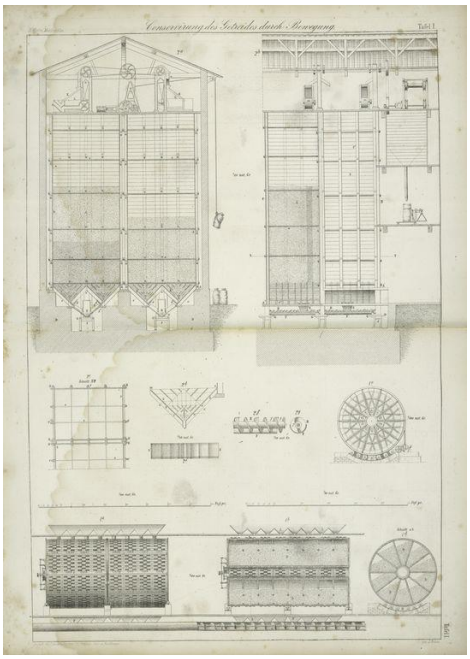


Рисунок 1 – Приклад креслення зерносховища початку 20 століття з архівів НТБ ОНТУ

На кафедрі Інформаційних технологій та кібербезпеки ОНТУ розроблено технологію створення віртуальних моделей зернопереробного обладнання, яке використовувалося в Одесі на початку двадцятого століття. Такі комп'ютерні моделі створюються на основі реальних креслень, що збереглися у нашій Науково-технічній бібліотеці. Надалі ці моделі друкуються у зменшеному масштабі на 3D принтері за технологією FDM, що є у лабораторії кафедри ІТіКБ (рис.2).

У процесі розробки такої технології створення тривимірних моделей за старими кресленнями механізмів дослідники натрапили на низку труднощів, ось кілька з них [4, 5, 6]:

1. Відсутність точних вимірів: старі креслення механізмів можуть бути недосконалими або не містити достатньо точних вимірів. Це може ускладнити точне відтворення тривимірної моделі та вимагати додаткових зусиль для інтерпретації та оцінки розмірів та пропорцій.

2. Неповні або нечіткі деталі: старі креслення можуть містити неповні або нечіткі деталі, такі як нечіткі контури, нерозрізні розміри або відсутність деяких частин. Це може вимагати додаткового дослідження та аналізу для заповнення прогалин та відтворення повної тривимірної моделі.

3. Зношування та пошкодження: старі креслення та оригінальні механізми можуть бути пошкоджені або зношені з часом. Це може призвести до втрати деяких деталей або інформації про конструкцію. Відновлення та відтворення тривимірної моделі в таких випадках може вимагати експертної оцінки та додаткових досліджень.

4. Зміни у технології та стандартах: старі креслення можуть бути створені з використанням застарілих технологій та стандартів, які відрізняються від сучасних методів проектування та вимірювань. Це може ускладнити процес створення тривимірної моделі, вимагаючи адаптації та внесення корекцій для відповідності сучасним стандартам.

5. Обмежена доступність вихідних даних: старі креслення та інші вихідні матеріали можуть бути обмежено доступними або існувати лише в обмеженій кількості. Це може ускладнити процес створення тривимірної моделі, особливо якщо потрібна додаткова інформація або перевірка деталей.

Незважаючи на ці труднощі, використання сучасних методів та інструментів тривимірного моделювання, таких як комп'ютерне відеовимірювання (CMM), сканування та фотограмметрія, допомагає подолати деякі з цих проблем та досягти достатньої точності та деталізації при створенні тривимірних моделей за старими кресленнями механізмів.

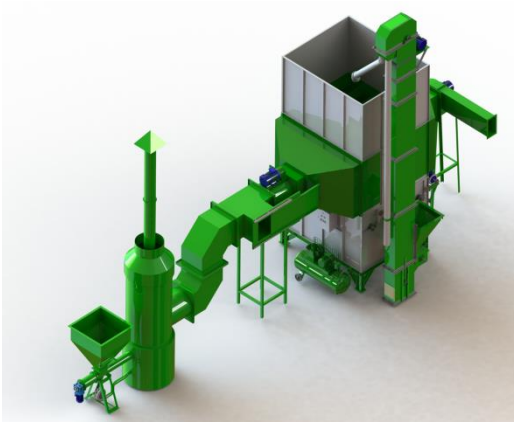


Рисунок 2 – Надрукована на 3 принтері модель вертикальної зерносушильної машини

Розроблено також низку технологій та рекомендацій про те, як підвищити точність створеної в комп'ютерній програмі 3D моделі для повнішої відповідності вихідним кресленням. Ці рекомендації відносяться як до організаційних заходів (імпорт та порівняння креслень, перевірка та корекція, використання первинних та вторинних джерел інформації) так і до більш точного настроювання використовуваних програм, зокрема, слайсера CURA та програми тривимірної графіки Blender 3D.

Список використаної літератури

[1]. 3D model marketplace for VR / AR and CG projects. [Online]. Available: https://www.cgtrader.com/
[2]. 3d modeling university in Europe. [Online]. Available: https://www.reddit.com/r/3Dmodeling/comments/16l14wd/3d_modeling_university_in_europe/
[3]. Virtual Modeling of Ancient Mechanical Technolog. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/318880169_A_Study_on_the_holding_Joseon_Sideline-products_Exhibition_and_its_effect_in_1923
[4]. Мельник О. М., Хмара О. В. Віртуальне моделювання машинобудівних конструкцій, Вісник Харківського національного технічного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Машинобудування та енергетика. Випуск 43, 2015, с. 86-90.
[5]. Перова Л. І. Віртуальне відродження старовинних механізмів, - видавництво: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2012, 352 с.
[6]. Клеменко А. А., Івасенко Ю. М. Методика створення віртуальних моделей механізмів і приладів, Машинобудування та транспорт, 2015, № 3 (76), с.41-44.
[7]. Virtual Antique Laboratory. [Online]. Available: http://www.virtualantiquelab.com/

УДК 004.92

ТЕКСТУРУВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ТРИВИМІРНИХ ПЕРСОНАЖІВ

Станіславенко[1] Є.Г., Романюк[1] О.Н., Котлик[2] С. В., Романюк[1] О.В., Стахов[1] О. Я.
(stanislavenkoyevgen@gmail.com, rom8591@gmail.com, *sergknet1@gmail.com*, romaniukoksanav@gmail.com, aleksey.stahov@gmail.com)
[1]Вінницький національний технічний університет (Україна)
[2]Одеський національний технологічний університет (Україна)

У роботі проаналізовано процедуру формування зображень з використанням текстурних карт.

3D моделювання персонажів є процесом створення тривимірних моделей людей, тварин або істот у віртуальному просторі. Розвиток 3D моделювання персонажів є важливою частиною розвитку комп'ютерної графіки та візуальних ефектів в кіноіндустрії, ігровій індустрії та інших

візуальних медіа. Перший крок у розробці 3D моделі персонажа - це складання концептуальної макетки, що зазвичай містить грубу форму та пропорції персонажа. Далі, моделювальники приступають до створення 3D-моделі за допомогою спеціальних програм, таких як Blender, Maya, 3D Studio Max та інших [1].

Ці програми надають можливості для створення детальної геометрії персонажа, розташування текстур і матеріалів, анімації та багато іншого. Останнім часом розвиток 3D моделювання персонажів відбувається за рахунок використання штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволяє швидше створювати деталізовані та реалістичні моделі. Наприклад, програми, які використовують глибоке навчання, можуть аналізувати сотні тисяч фотографій людських облич, щоб створити більш деталізовані та реалістичні моделі обличчя. Також зростає популярність розробки персонажів у віртуальній реальності. Це дозволяє користувачам більш реалістично спілкуватися з персонажами та бути включеними у віртуальні світи.

Текстурні карти є важливою складовою при створенні 3D моделей персонажів. Вони дозволяють використовувати різні текстури та матеріали для створення більш реалістичної та деталізованої моделі. Текстурні карти використовуються для накладання зображень на поверхню 3D об'єктів, що дозволяє додати деталі та структуру на об'єкт. Найпоширеніші типи текстурних карт - це картки дифузії, бамп-карти, картки нормалів, картки відблисків та картки прозорості. Карти дифузії містять зображення колірної інформації та текстур, які накладаються на поверхню моделі для додання кольору та текстури. Карти бампів містять чорно-білі зображення, які використовуються для створення ефектів збурень, збоїв та зморшок на поверхні об'єкту. Картки нормалів містять векторну інформацію, яка використовується для створення більш детальної геометрії на поверхні моделі. Картки відблисків додавати відображення світла та відблисків на поверхню моделі, а картки прозорості використовуються для створення прозорих елементів, таких як скло та вода.

Текстурна карта - це двовимірне зображення, яке використовується для деталізації поверхні 3D-моделі. Текстури можуть бути створені з різних джерел, наприклад, можуть бути створені на основі реальних фотографій, розмальовані вручну, або створені за допомогою комп'ютерних алгоритмів [2].

При аналізі текстурних карт для створення персонажів, слід звернути увагу на такі аспекти:

- Рівень деталізації: Текстури можуть бути створені в різних розширеннях та різних рівнях деталізації. Рівень деталізації текстур повинен відповідати загальному рівню деталізації персонажа.
- Колір: Колір текстури повинен відповідати загальній палітрі кольорів персонажа та його оточення. Кольори текстур повинні бути гармонійними та реалістичними.
- Освітлення: Освітлення може сильно впливати на вигляд текстур. Текстури повинні бути протестовані в різних умовах освітлення, щоб переконатися, що вони виглядають реалістично.
- Орієнтація та масштаб: Текстури повинні бути орієнтовані та масштабовані відповідно до 3D-моделі персонажа. Це допоможе забезпечити, що текстури виглядають правильно на персонажі.
- Деталізація текстур повинна відповідати деталізації моделі персонажа. Це допоможе забезпечити, що текстури виглядають реалістичними та додадуть більшу глибину та деталізацію персонажу.

У створенні персонажів в 3D середовищі використовуються різноманітні типи карт, що допомагають забезпечити реалістичний вигляд та поведінку персонажа у грі. Різні різновиди текстурних карт використовуються в залежності від призначення 3D моделі та типу текстури, яку необхідно створити.

Існують такі різновиди текстурних карт:

1.Кольорові карти - це найбільш поширений тип текстурних карт, який використовується для нанесення кольору на поверхню 3D моделі. Кольорова карта містить інформацію про кольори, що застосовуються на різних частинах поверхні моделі.

2. Карти нормалей - використовуються для створення ефекту рельєфності та глибини на поверхні 3D моделі. Карта нормалей містить інформацію про напрямок поверхні та її нахил.

3. Карти висот - використовуються для створення візуального ефекту висотного рельєфу на поверхні 3D моделі. Карта висот містить інформацію про висоту кожної точки на поверхні моделі.

4. Карти прозорості - використовуються для відображення прозорих об'єктів, таких як скло або вода. Карта прозорості містить інформацію про прозорість кожної точки на поверхні моделі.

5. Карти смуг - використовуються для створення візуального ефекту блискучості на поверхні 3D моделі. Карта смуг містить інформацію про зони світла та тіні на поверхні моделі.

6. Карти розсіювання - використовуються для створення візуального ефекту розсіювання світла на поверхні 3D моделі. Карта розсіювання містить інформацію про розсіювання світла на поверхні моделі [3].

Текстурні карти є важливим елементом візуалізації 3D-моделей, які надають об'єктам реалістичний вигляд та деталізацію. Якість текстурних карт визначається різними факторами, такими як розмір, формат, деталізація, кольорова гамма та інші. Ось кілька важливих параметрів, які впливають на якість текстурних карт. Розмір текстурної карти може відігравати ключову роль у покращенні якості графіки. Більші текстурні карти надають більшу деталізацію та глибину, проте можуть впливати на продуктивність системи. Зазвичай, розмір текстурних карт визначається відповідно до потреб проекту . Деталізація текстурної карти впливає на якість зображення та реалістичний вигляд об'єкта. Більш висока деталізація дозволяє додавати більше текстур та деталей, що надає зображенню більш реалістичний вигляд. Проте, це може впливати на продуктивність системи та час її відтворення. Отже, текстурні карти дають змогу максимально приблизитись до реалістичності 3д моделі.

Таким чином, текстурування [4-10] є ефективним методом підвищення реалістичності формування тривимірних графічних сцен.

Список використаних джерел

[1] What is 3D modeling used for? [Електронний ресурс] – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/what-is-3d-modeling.html

[2] What are the different texture maps for? [Електронний ресурс] – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://help.poliigon.com/en/articles/1712652-what-are-the-different-texture-maps-for

[3] What Are Texture Maps And Why Do They Matter For 3D Fashion? [Електронний ресурс] – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://www.vntana.com/blog/what-are-texture-maps-and-why-do-they-matter-for-3d-fashion/

[4] Романюк О.Н., Вяткин С.І., Лисенко Є.С. Особливості процедурного текстурування. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет конференції 9-10 листопада 2020 р.* – Суми/Вінниця : НІКО/ВНТУ, 2020. – 280 с.

[5] Hu, F. Hao, Q. Sun, Q. Cao, X. Ma, R. Zhang, T. Yogendra, P. Lu, J. *Cyberphysical System With Virtual Reality* for Intelligent Motion Recognition and Training. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Syst. 2017, 47, 347–363.

[6] Романюк О. Н. Підвищення продуктивності текстурування з виконанням процедурних операцій в об’єктному просторі [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Наукові праці ДонНТУ. Серія “Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка”. - 2016. - № 2 (23). - С. 45-51.

[7] Дудник О. Аналіз методів фільтрації текстур [Текст] / О. Дудник, О. Н. Романюк // Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи", 23-26 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015.

[8] Романюк О. Н. Розробка методів текстурування для задач фотореалістичного рендерингу [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Матеріали сьомої міжнародної науково-технічної конференції "Моделювання і комп’ютерна графіка", 18-24 вересня 2017 р. - 2017. - С. 26-33.

[9] Романюк О. Класифікація методів текстурування [Текст] / Олександр Романюк, Б. Стрільчук // // Комп’ютерна графіка та розпізнавання зображень : збірник доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, грудень 2018 року. – Т. 1. – Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2019. – С. 133-136.

[10] Романюк О. Н. Підвищення продуктивності текстурування з виконанням процедурних операцій в об’єктному просторі [Текст] / О. Н. Романюк, О. О. Дудник // Наукові праці ДонНТУ. Серія “Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка”. - 2016. - № 2 (23). - С. 45-51.

XVI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»

19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.
м.Одеса

XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

«INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION– 2023»

OCTOBER 19 - 20, 2023
Odessa

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

The collection includes reports of conference participants. Abstracts are published in the form in which they were submitted by the authors.

The authors of the articles are responsible for the content and form of submission of the material.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Корнієнко Ю.К., Ломовцев П.Б.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.

© Odessa National Academy of Food Technologies, 2023