



УКРАЇНА

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут
атомної та теплової енергетики**

**Кафедра
інженерії програмного забезпечення в енергетиці**

**I МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
СУЧАСНІ АСПЕКТИ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
MODERN ASPECTS OF SOFTWARE ENGINEERING**

НАУКОВИЙ ЗБІРНИК



**КИЇВ
2023**

Перша міжнародна науково-практична конференція «Сучасні аспекти інженерії програмного забезпечення (Modern aspects of Software Engineering)»: Науковий збірник (м. Київ, 14 грудня 2023 р.). Київ: КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2023. 137 с.

Мета конференції: обговорення наукових результатів, презентації здобутків та обмін досвідом між науковцями, що проводять дослідження в галузі ІТІ Інженерія програмного забезпечення.

Матеріали науково-практичної конференції містять короткий зміст доповідей науково-дослідних робіт аспірантів, викладачів і студентів. Матеріали публікуються мовою оригіналу (українська або англійська)

Організаційний комітет

Голова організаційного комітету – Євген ГАВРИЛКО, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Заступник голови організаційного комітету – Андрій СИГАЙОВ, доктор економічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Відповідальний секретар – Олена БАНДУРКА, PhD, старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Валерій КУЗЬМІНИХ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Ірина ГУСЄВА, кандидат економічних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Ольга СВИНЧУК, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Максим САВЕЛЬЕВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу інституту проблем безпеки АЕС НАН України

Шивей ЧЖУ, начальник інформаційного відділу Інституту інформаційних досліджень, Академія наук провінції Шаньдун (КНР)

Ксенія ОЛЕНЄВА, асистент кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Руслан ТАРАНЕНКО, провідний інженер кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Рецензенти:

Барабаш О.В., доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Федорова Н.В., доктор технічних наук, доцент, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Збірник тез доповідей учасників Першої міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти інженерії програмного забезпечення (Modern aspects of Software Engineering)», 14 грудня 2023 року, Київ

Електронне наукове видання

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Research on scientific and technological innovation capability of provincial universities based on patent analysis-case study of qilu university of technology. Chen Wang, Shiwei Zhu, Yan Yan, Jing Xie, Oleksandr Koval	6
Research on emerging trends in the e-commerce field based on topic analysis. Ping Yang, Jing Xie, Shiwei Zhu, Oleksandr Koval, Jing Guo, Yan Yan	8
Research on the application researches of domestic user portraits in digital library. Lina Zhang, Shujuan Pan, Shiwei Zhu, Oleksandr Koval, Yan Yan, Jing Xie	11
Забезпечення функціональної стійкості інформаційної системи електростанції. Свинчук О.В., Барабаш О.В.	14
Інтеграція моделей цифрових двійників в систему підтримки проведення комп'ютерних експериментів. Варава І.А.	16
Застосування системи підтримки прийняття рішень для оптимізації вентиляції на НБК ЧАЕС. Гаврилко Є.В., Старовіт І.С.	18
Проблеми функціональної стійкості інтелектуальних систем енергетики при прийнятті рішень в умовах деструктивних впливів. Шуклін Г.В.	21

Секція 1

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОГРАМУВАННЯ

Інструменти для налагодження коду. Гаврилко Є.В., Савко В.Я.	25
Методи і програмне забезпечення для виявлення неправдивої інформації в мережі інтернет на основі нейронних мереж. Недашківський О.Л., Гнатишин М.С.	27
Дослідження існуючих засобів підтримки безпечної обробки запитів в гетерогенних розподілених нереляційних базах даних. Мусієнко А.П., Барабаш А.О.	32
Проблема моніторингу та підтримки життєдіяльності серверів в мікросервісній архітектурі. Барабаш О.В., Тимошенко П.Р.	34
Вплив каскадних ефектів на роботу критичної інфраструктури. Коваль О.В., Хоменко О.М.	36
Методи виявлення та відстеження суден з поодиноких донних сейсмічних та гідроакустичних станцій. Коваль О.В., Дембіцький В.В.	39
Інформаційне сховище для кафедри: оптимізація даних та управління інформаційними потоками. Недашківський О.Л., Литвинов О.Р.	40
Розробка користувацького інтерфейсу веб-додатку кабінету кафедри на основі моделей опису бізнес-процесів навчання в аспірантурі. Недашківський О.Л., Передера В.Р.	45
Модифіковане тестування ролей веб-додатку кабінету аспіранта кафедри та його вплив на покращення ефективності системи. Недашківський О.Л., Половінкін П.О.	49
Новітній підхід до оцінювання наукових статей автора. Залевська О. В., Потапов Д.В.	54
Моделювання процесів теплообміну та гідродинаміки в трубопроводах з турбінним мастилом. Свинчук О.В., Клименко Я.В.	59
Паноптична сегментація у навігаційних системах. Гусева І.І., Єзгор В.С.	60
Застосування фрактальних функцій для обробки цифрових сигналів. Залевська О. В., Савчук Б. І.	65
Автоматична обробка радіолокаційної інформації з використанням технології нейронних мереж. Шпурик В.В., Оленєва К.М.	68
Збільшення ефективності оптимізації моделей архітектури vit перед навчанням шляхом включення активацій механізму самоуваги. Мельниченко А.В., Здор К.А.	70

Сучасні рішення при розробці систем керування контентом. Проботюк А.О., Проботюк Д.А.	74
Огляд технологій та інструментарію для спостереження і аналізу поведінки програмного забезпечення у високонавантажених розподілених інформаційних системах. Файзулін О.Р.	75
Розпізнавання патернів у наборах зображень за допомогою згорткових нейронних мереж. Мишковський Ю.І.	77
Збір та первинна обробка інформації. Василенко М.А.	79

Секція 2

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Обмін досвідом між агентами в багатоагентній системі. Федорова Н.В., Бочок В.О.	82
Методика порівняння двох методів оцінювання ймовірності зв'язності розподілених інформаційних систем. Барабаш О.В., Макачук А.В.	87
Засоби реалізації системи адаптивного контролю знань студентів. Гагарін О.О., Фірстенко В.А.	89
Методи виявлення DDOS-атак прикладного рівня. Онай М.В., Кравчук А.А.	91
Архітектура системи консолідації даних з відкритих бібліографічних джерел. Кузьмініх В.О., Нехаєнко І.С.	94
Онтології у проектуванні моделючого комплексу дослідження шельфу світового океану. Гагарін О.О., Гайдаржи В.І.	97
Аналіз акустичних сигналів водного середовища з застосуванням нейромережових моделей та створення датасетів акустичних сигналів водного середовища. Варава І.А., Олексій А.О.	100
Аналіз параметрів моделювання гідроакустичного поля променевим методом. Пироговська Т.В., Євтушенко А.М.	104
Проблематика валідації математичних моделей. Варава І.А., Гейко О.О.	109
Створення програмного комплексу віртуальної моделі лабораторії кіберенергетичних систем. Федорова Н.В., Терещенко М.С.	111
Розроблення законів керування для польоту стром у разі збору згідно із загальним курсовим кутом. Барабаш О.В., Кир'янов А.Ю.	117
Розроблення методу та програмного забезпечення обчислення дискретного логарифму для еліптичних кривих над скінченними полями. Онай М.В., Гулько Д.Т.	119
Вплив застосування 5G технологій у телеуправлінні енергетичними системами: високошвидкісний зв'язок для оптимізації виробництва. Недашківський О.Л., Витвицький М.А.	121
Ефективність та екологічність використання хрон у забудованих міських районах. Недашківський О.Л., Волинець І.О.	124
Розробка веб-сервісу на основі мови запитів GraphQL. Галушко А.В.	128
Управління підприємством методами аналізу даних. Назаркевич Г.	129
Адаптивне розімкнення ланцюгів у розподілених інформаційних системах: оптимізація розподілу ресурсів за допомогою методів машинного навчання. Кузів О.П.	130
Базова шкала оцінювання для аналізу наукової діяльності. Сліпченко С.О.	132

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Chen Wang, Information Research Institute, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences) Jinan
Shiwei Zhu, Information Research Institute, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences) Jinan
Yan Yan, Shandong Innovation and Entrepreneurship Community for International Science and Technology Cooperation Jinan
Jing Xie, Information Research Institute, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences) Jinan
Oleksandr Koval, National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

RESEARCH ON SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL INNOVATION CAPABILITY OF PROVINCIAL UNIVERSITIES BASED ON PATENT ANALYSIS-CASE STUDY OF QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

In order to fully stimulate the enthusiasm of the principal subjects in various aspects to promote the research and development, protection and utilization of patented technology^[1], governments and international organizations attach great importance to the establishment of intellectual property rights and the transformation of scientific and technological innovation based on patents. Colleges and universities are an important part of the national innovation system and an important supply side of technology achievements^[2]. As an important driving force of scientific and technological innovation, universities can make important contributions to social and economic development, as well as scientific and technological progress, by fostering scientific and technological innovation and facilitating transformation of research outcomes.

Qilu University of Technology (QLUT) is a key applied research university in Shandong Province, serving as the largest comprehensive natural science research institution in Shandong Province. It is also recognized as one of the "First-class" Construction Universities among Shandong Province's high-level universities. The current state of patent activities at QLUT can reflect the current situation and deficiencies of the scientific and technological innovation capacity of provincial institutions in Shandong Province. By studying them from the perspective of patent analysis, it is possible to put forward countermeasures to enhance the scientific and technological innovation ability and patent development level of QLUT.

The patent search tool used in this paper is the incoPat patent analysis platform, which is developed by Beijing Hexiang Intelligence Technology Co. The choice of incoPat as the research tool is based on the following advantages it offers: comprehensive search function. IncoPat includes a database of over 170 million patent records from 158 countries/organizations/regions worldwide, with more than 300 searchable fields, enabling efficient retrieval of the required patent information; fine processing function. IncoPat provides information on patent classification, technical field, inventor information, legal status, etc., its deep processing ensures high-quality and accurate analysis; convenient analysis function. IncoPat allows for multidimensional analysis and visualization of patent data, and supports the export of statistical analysis of largely-volumed data.

This search takes into account that there are 18 months from the application to the publication for each invention patent, and there is a delay in the update of the database, so this paper only studies the period of January 1, 2012- December 31, 2021, and the retrieval date is October 11, 2023. We took QLUT as a patent applicant, but taking into account that it used to be called Shandong Light Industry Institute, we therefore compiled the following search formula ((AP-FIRST = (QLUT) OR AP-FIRST = (Shandong Light Industry Institute)) AND AD = [20120101 TO 20211231]), studied the situation of patent applications of QLUT, used the analysis function of the platform to get the statistical analysis results and charts, and exported them.

Based on the patent data of QLUT, the development status of its patent work and scientific and technological innovation capacity is analyzed as follows.

1. QLUT has seen a steady increase in patent applications and disclosures, with invention patents accounting for a relatively large proportion.
2. The focus areas of QLUT's patent layout are basically consistent with its dominant disciplines.
3. The research fields of QLUT's high patent producers are relatively concentrated.
4. The efficiency of QLUT's patents is low.
5. The licensing and transfer of QLUT's patents need to be improved

Based on the patent data collation and analysis above, and in order to help QLUT to develop in scientific and technological innovation, the following suggestions are put forward for reference:

(1) Enhance scientific and technological innovation capacity. Take the initiatives of strengthening the construction of scientific research platforms, promoting the integration and innovation of disciplines, strengthening international cooperation and exchanges as well as creating an atmosphere of scientific and technological innovation, attach great importance to the development of patent work, especially the authorization of invention patents, so as to inject new vitality into the scientific and technological innovation work of universities^[3].

(2) Strengthen patent innovation cultivation and layout. Focus on coordinating the development layout of advantageous disciplines, take the development trend of computer disciplines as a reference, and gradually improve the scientific and technological innovation capability of the remaining disciplines. Break the strange circle of university patents concentrating only on certain disciplines and inventors, vigorously cultivate patent talent teams in disciplines with lower weight of patent distribution, and help disadvantaged disciplines to formulate intellectual property strategies and patent layout.

(3) Promote the transformation of scientific and technological outcomes. There is often an insurmountable gap between scientific research outcomes and industrialization. Universities have the potential to spur industrial activity with innovation and then pass information on to firms^[4], thus they should pay attention to the output and transformation of high-value patents. Besides, incentive policies induce many innovators to carry out competition and cooperation, which results in forming and perfecting the industrial value chain^[5]. So universities should respond positively to the strategic intellectual property rights policies issued by the government, thus to promote the industrialization of scientific and technological innovation capability.

References

[1] Qi Haiyan. "An Innovative Model for China's Patent Management: Based on Analysis of China's Current Patent Law». Proceedings of the 10th International Conference on Innovation and Management. Ed.. Wuhan University of Technology Press, 2013, 1005-1009.

[2] Yingchun Chen, et al. "The Promotional Role of Patent Information Analysis in Improving the Quality of Research & Development in Chinese Universities». Proceedings of Second International Conference on management, economics and law. Ed.. ATLANTIS PRESS, 2021, 281-286.

[3] Hu R C, Pan Q Y, Wang X L, et al. Research on the Ways to Improve Patent Quality of Universities in Jiangsu, Popular Standardization, 2019, 15: 37-39.

[4] Marešová P, Soukal I, Stemberkova R, et al. Perspective and Suitable Research Area in Public Research—Patent Analysis of the Czech Public Universities[J]. Education and Urban Society, 2022, 54(7): 871-899.

[5] Yuan X, Li X. The evolution of the industrial value chain in China's high-speed rail driven by innovation policies: A patent analysis[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 172: 121054.

Ping Yang, Information Research Institute, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences) Jinan

Jing Xie, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences) Library Jinan

Shiwei Zhu, Information Research Institute, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences) Jinan

Oleksandr Koval, National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Jing Guo, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)

Yan Yan, Shandong Innovation and Entrepreneurship Community for International Science and Technology Cooperation Jinan

RESEARCH ON EMERGING TRENDS IN THE E-COMMERCE FIELD BASED ON TOPIC ANALYSIS

With the rapid advancement of information technology and big data [1], the digitization of e-commerce has brought in entirely new business models and market dynamics [2,3], making it a pivotal driving part in economic globalization and information development [4]. At the outbreak of the COVID-19 pandemic in 2019, e-commerce underwent an unprecedented structural transformation in response to the crisis[5]. This research conducted a statistical analysis of research papers in e-commerce field by focusing on twelve journals in the Chinese library and information science field with a strong presence in the 2021-2022 CSSCI impact factor rankings in the information field[6]. It utilized the LDA topic model[7] and employed CiteSpace to analyze the topic and keywords[8]. Perplexity is used to judge the fitting goodness and determine the number of topics [9,10].

The publication volume of core journals in a specific discipline to some extent reflects the developmental progress and research status of that discipline in a particular field [11]. This study divides the research of the number of publications on e-commerce between 2013-2023 into a total of 3 phases:

- Phase 1 2013-2016: The growth rate of e-commerce has shown explosive growth, with notable attention to mobile shopping volumes in 2014 [12];
- Phase 2 2017-2019: The publication volume experienced a sharp decline;
- Phase 3 2020-2023: The publication volume trend continued to rapidly decrease, and the total number of papers published hit a low point. During this period, the world was grappling with the COVID-19 pandemic, which triggered an unprecedented global crisis. The global economy was in a state of recession, with China's economy also significantly impacted [13].

With the rapid development of the digital economy, however, researchers in the library and information science field may, out of consideration for societal development and employment opportunities, be inclined to explore areas related to computer science such as information management, big data analysis, artificial intelligence, and blockchain technology [14]. e-commerce, as an interdisciplinary field, encompasses a wide range of topics, and researchers may choose to specialize in its subfields, such as big data and blockchain [15].

The diverse spectrum of e-commerce research encompasses 13 prominent topics, including Shopping experience, Competitive Business Intelligence, Website Value Analysis, Internet Business Development, Product Evaluation, Consumer Intent, Information Trading Systems, Information Systems, Evaluation Models, Text Analysis, Social Commerce, E-commerce Service Quality, and Personalized Services.

Thematic analysis uncovers key topics such as shopping experience enhancement, competitive business intelligence, website value analysis, and Internet business development. Other themes include product evaluation, consumer intent understanding, information trading systems, and complex information system platforms. It explores the enhancement of online shopping experiences through big data analysis, focusing on sales data, reviews, and service quality to build customer trust. Competitive business intelligence investigates how small and medium-sized enterprises acquire insights through data mining for sustainable development. Website value analysis delves into how

businesses provide valuable information services to optimize strategies and meet user demands. Internet business development emphasizes growth strategies for internet enterprises, utilizing the Internet+ approach. Product evaluation examines aspects like reviews, service assessments, and sales volumes to understand market demands and enhance product and service quality. Consumer intent explores methods to reduce risk perceptions and guide positive interactions to increase product sales. Information trading systems focus on establishing secure and efficient transaction environments. Information systems address the construction of complex information system platforms, utilizing networks and classification models. Evaluation models emphasize constructing metrics for online products from various dimensions. Text analysis explores techniques such as data mining to partition user shopping reviews based on temporal characteristics. Social commerce delves into feature analysis using neural networks and complex systems theory to understand consumer needs. E-commerce service quality focuses on methods to assist consumers in finding products and services, using recommendation systems and sentiment classification. Personalized services aim to achieve personalized recommendation services through user preferences, utilizing recommendation algorithms and collaborative filtering. The prevalence of topics related to personalization and user behavior highlights the interdisciplinary nature of e-commerce research, incorporating computer science techniques like neural networks, data mining, and recommendation algorithms. This integration leads to continuous upgrades and innovations in understanding user behavior at the intersection of e-commerce and computer science within the library and information science domain.

Therefore, given the complexity and diversity within the e-commerce field, researchers may engage in interdisciplinary collaborations with experts from computer science and economics to address intricate issues. E-commerce, a product of information technology and big data, can provide opportunities for future research to explore methods to leverage information technology and big data more effectively, thus to enhance the shopping experience and cater to the evolving needs of consumers.

References

1. F. C. Zhu, Q. L. Shi, T. Balezentis, "The impact of e-commerce and R&D on firm-level production in China: Evidence from manufacturing sector," *Structural Change and Economic Dynamics*, June 2023, pp.101-110.
2. B. Zhang, Z. J. Du, B. Wang, "Motivation and challenges for e-commerce in e-waste recycling under Big data context: A perspective from household willingness in China," *Technological Forecasting and Social Change*, July 2019, pp. 436-444.
3. J. X. Shi, "The WTO Plurilateral Negotiation on E-Commerce under the Context of Digital Economy: Recent Development and Focusing on the Controversial Issues," *Oriental Law*, Feb 2020, pp. 170-184.
4. G. Q. Li, T. Tao, "E-commerce Platform Ecologicalization and Platform Governance Policy," *Journal of Management World*, 2018.
5. J. H. Li "The Current Level & Future Path of China's E-Commerce Development," *Journal of Zhejiang Gongshang University*, 2022.
6. L. X. Sheng, X. Q. Wei, "Identification of Interdisciplinary of Knowledge from the Perspective of Citation Kinetic Energy: Take LIS as an Example," *Information Studies: Theory & Application*, 2022.
7. C. H. Tan, "Comparative Analysis of Evolving Research Hotspots in Domestic and International Data Mining Based on the LDA Model," *Information Science*, Sep 2020, pp.174-185.
8. W. X. Wang, Y. Wang, W. Q. Dai, "Topic analysis of online reviews for two competitive products using latent Dirichlet allocation," *Electronic Commerce Research and Applications*, May-June 2018, pp.142-156.
9. K. Zhao, "Research on Optimal Topic Number Selection for LDA: A Case Study of CNKI Literature," *Statistics & Decision*, 2020.

10. D. D. Clercq, Z. G. Wen, Q. B. Song, "Innovation hotspots in food waste treatment, biogas, and anaerobic digestion technology: A natural language processing approach," *Science of the Total Environment*, July 2019, pp.402-413.
11. Z. C. Zhou, Z. X. Jin, "Statistical Analysis of E-Commerce Research in the Field of Chinese Library and Information Science," *Library and Information Service*, 2017.
12. L. H. Nie, "E-Commerce in the Time of Internet Plus," *China Business and Market*, Jun 2015, pp. 53-57.
13. Y. M. Wang, "Century of Profound Changes, High-Quality Development, and Building a New Development Paradigm," *Journal of Management World*, 2020.
14. Y. Y. Zhi, "Research on the Application of 5G + Blockchain Technology in Library Intelligent Service," *Library Work and Study*, 2020.
15. F. C. Ma, S. Zhang, "The Development of Emerging Interdisciplines in Library and Information Science in China," *Journal of Library Science in China*, 2023.

Lina Zhang, Information Research Institute, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences) Jinan
Shujuan Pan, Information Research Institute, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences) Jinan
Shiwei Zhu, Information Research Institute, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences) Jinan
Oleksandr Koval, National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
Yan Yan, Shandong Innovation and Entrepreneurship Community for International Science and Technology Cooperation Jinan
Jing Xie, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences) Library Jinan

RESEARCH ON THE APPLICATION RESEARCHES OF DOMESTIC USER PORTRAITS IN DIGITAL LIBRARY

Under the new situation of digital transformation and management changes, user portraits have gradually become an important way for university libraries to realize value-added service, and related researches on libraries have also increased. There are many papers which discuss the subject of user portraits, but there are few papers that takes user portraits in digital library as main topic. Based on this, this paper collects the relevant papers on digital library user portraits in China, sorts out and discusses the latest research results, summarizes the challenges that need to be overcome, and points out a direction of futural development for this field, so as to provide a reference for libraries to further apply user portraits technology .

We used "user portraits" and "library" as keywords to search for Chinese papers on CNKI, sieved out related ones, and finally got 90 related Chinese papers. This paper uses Citespace software to cluster the keywords, study the current research hotspots in the field of digital library user portraits, and analyze the current research status. According to the clustering results of CiteSpace, it can be observed that the current research field of digital library user portraits is divided into three main themes. The first is the research around the application of big data in digital libraries. This type of literature favors the introduction of big data into the model of user portraits, utilizes big data to improve the level of data collection, and explores multiple ways to manage user data in digital libraries in the era of big data. The second is the research around libraries with the keywords including smart libraries, digital libraries, and public libraries. This type of literature favors the study of the library's own service system.

User portraits are digitalized users' dynamic and static information, and the digital information is updated regularly according to the changes of users' needs, so as to facilitate the platform or system to recommend personalized services. In the context of libraries, user portrait technology is a technical means to improve the quality of digital library services, and is a necessary means for the development of digital libraries. User portraits, in their application in digital libraries, utilize the users' behavioral data as a source, combined with the users' natural attributes, interests and hobbies, among other information, to conduct data collection, screening, clustering, analysis and other processing. Subsequently, via the information processing tools, user portraits are formed for carrying out accurate recommendation of the libraries' collection.

The application methods of user portraits in digital libraries include the method of building user portraits based on user behaviors, The method of building a user profiles according to user interests, The method of constructing a user portraits according to user behaviors and interests.

In the context of digital libraries in China, a complete and mature theoretical framework for research on user portraits has not yet been formed. Further efforts are needed in areas such as the construction process of user portrait models, the accuracy assessment of portrait results, and the evaluation and feedback system for user portrait models. The phenomenon of interest change follows certain patterns in the long term, but during the initial phase of change, it is challenging to predict accurately without sufficient data as support. This poses a significant challenge to the predictive

function of user portraits. The core essence of constructing user portraits lies in assigning different labels to users, and the accuracy and granularity of these labels directly impact the comprehensiveness and clarity of user portraits. However, labels are subject to subjective influences, making it impossible to identify recommendation patterns with full objectivity and accuracy. This flawed algorithm model can lead to a vicious cycle in practical applications, resulting in distorted portraits. In the context of user portraits, various data that highlight individual user characteristics are transformed into visualized user information labels, enabling administrators to easily comprehend each user. However, users remain unaware of their own portraits and how these portraits are being utilized.

Users' understanding of needs is crucial. User portrait services should prioritize user agency and accessibility, enabling users to participate in decision-making and modify their portraits. Empowering users enhances agency and promotes participation. Empower users to understand information handling processes. Allow them to modify tags, rectify errors, and complete missing information. Provide feedback channels for user input that improves library services. Offer rights for personal data protection, giving users control. This reduces resistance to using personal data for portraits, leading to more accurate digital library recommendations. With the development of information technology, libraries need to continuously improve and optimize algorithms, making the patterns put up with by the algorithms closer to objective reality, thus to achieve accurate portraits and precise recommendations. They also need to regularly check the feedback effect of user portraits. Digital libraries need to pay attention to maintaining user privacy and avoid leaks of users' private information.

Under the environment of big data and the Internet, the application of user portraits in digital libraries is inevitable. Digital libraries can only realize the value of user portraits by collecting and processing users' personal data well, regularly updating the changes in user interest needs, and conducting deep mining and analysis based on the user's surrounding environment, so as to make precise recommendations to different users. This study uses methods such as literature survey and systematic review to sort out domestic literature on digital library user portraits, understand the concept of user portraits and its operating principles. The methods of constructing user portraits are systematically divided into two types: methods of constructing user portraits according to user behavior; methods of constructing user portraits according to user interests. This study also comments on the current problems in the status of researches on digital library user portraits, such as the inability to accurately predict user interests and preferences, and provide personalized services; algorithm failure leading to portrait distortion and inaccurate recommendations; and significant risks to personal privacy. It also proposes relevant suggestions for improving digital library user portraits.

References

- [1] Y Chen, M C Chen, Y Z Liu, G Z Hu, W Z Wang. "Citespace knowledge map methodology," Scientific research, 2015, 33(02):242-253
- [2] Cooper A, Robert Reimann R, Cronin D. About Face 3: The Essentials of Interaction Design [M]. New Jersey: Wiley Publishing Inc., 2007:19 – 22
- [3] H Liu, H Lu, H J Ruan, "Research on precision marketing segmentation based on 'User Portrait' mining." silk, 2015, 52 (12) : 37-42+47.
- [4] J M Yu, "Data modeling of user portraits in product research and development", Design art research, 2014, 4(6) : 62-64.
- [5] H M Han, X J Zhao, "Reading the therapy mode based on 'user portrait' -take depression as an example", University Library Journal, 2017, 35 (06) : 105-110.
- [6] Y W Yu, Z C Chen, Y H Wang, "Research on the Construction of the Sports Services for the Sports Service of the Elderly Sports Service based on the user portrait", Sports science, 2023, 43 (04) : 38-48.
- [7] S Wang, X W Wang, "Internet open innovation community user portrait construction and user innovation needs identification", Scientific and technological research research, 2023, 43 (07) : 158-170.

- [8] H Ming,N X Yang, “The construction of a digital library precision service system for the portrait of the user portrait”, Publishing wide -angle, 2022, (03) : 89-92.
- [9] Z P Liu,Y Q Dai, “Function design research on the personalized service of digital humanities platform -take the Shanghai Library as an example”, Books and intelligence work, 2021, 65 (24) : 53-60.
- [10] Y G Li, “Research on the promotion path of graded digital reading for children in public libraries based on AISAS model”, Library work and research, 2021, (12) : 112-120.
- [11] Y T Chen,H J Wu,L S Yang, “Data -driven college library user portrait use research research”, National Library Study Merchants, 2023, 32 (03) : 64-75.
- [12] Z Liu,B Gao,Y Wang, “Data driver Library Smart Reference Consultation Service Model Study”, Intelligence theory and practice, 2023, 46 (05) :1 76-184.
- [13] Q Long, “The construction and analysis of the portrait user portrait of the university library -take Wuhan University Library as an example”, Library magazine, 2023, 42(02) : 120-131.
- [14] J Zhang, “Library knowledge discovery service research based on user portraits”, Books and intelligence, 2017 (06) : 60-63.
- [15] J S Wang, “Build a smart reading recommendation system with user portraits”, Library Study, 2018, (04) : 92-96.
- [16]Q Wang,Z F Zhao, “Design and analysis of library resource recommendation mode based on user portrait”, Modern intelligence, 2018, 38 (03) : 105-109+137.
- [17]Y Wang,Y S Liang,W Yang,M W Lin,N Z Hu, “Building exploration of libraries for paper -oriented libraries”, Library Magazines, 2023, 42 (02) : 128-137.
- [18]O H Liu,K Li,T X He,B Jiang, “Diversified tag recommendations for user portraits for information cocoons”, library, 2022, (03) : 83-89.
- [19]G Sun,J H Wang, “Research on the status quo and optimization strategy of library space service in double first-class universities”, Library Science Studies, 2022, (10) : 57-63+48.
- [20]C F Yu, “The risk of failure of library user portrait service and its avoidance”, Library construction : 1-11.
- [21]F J Pan, “Research on Human-Computer Intelligence Collaborative Library Precision Service”, Library Work & Research, 2023, (03) : 38-45.
- [22]M Y Liu,Y G He, “Research on the precise service path of public libraries based on the health information needs of the elderly”, Library Theory and Practice, 2023,(03) : 54-65.
- [23]S C Yu,J Dong, “On Algorithmic Bias in Digital Reading and Its Governance”, Publication and distribution research, 2023, (06) : 65-71.

к.ф-м.н. Свинчук О.В. НТУУ «КПІ ім.Ігоря Сікорського»
 д.т.н. Барабаш О.В. НТУУ «КПІ ім.Ігоря Сікорського»

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Надійна енергетика в країні є головним фактором для нормального функціонування усіх сфер її діяльності. Інформаційні системи електростанцій функціонують в умовах впливу зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів. За негативного впливу модулі систем можуть виходити з ладу. Проте системи повинні функціонувати в автономному режимі протягом заданого часу. Таку умову функціонування можна виконати завдяки забезпеченню властивості функціональної стійкості.

Функціональна стійкість – це можливість функціонування інформаційної системи протягом вказаного часу під впливом зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих факторів, можливо, із зменшенням якості. Під зовнішніми та внутрішніми дестабілізуючими факторами розуміються відмови, збої модулів системи, механічні пошкодження, помилки обслуговуючого персоналу.

Основними етапами забезпечення функціональної стійкості є виявлення модуля або декількох модулів, які відмовили в системі з подальшим їхнім діагностуванням та відновлення функціонування інформаційної системи електростанції.

Для забезпечення функціональної стійкості системи станції виконуються процедури:

- знаходження нештатної ситуації та дестабілізуючих впливів, які погіршують якість функціонування системи;
- ідентифікація виявлених дестабілізуючих впливів;
- прийняття рішення про відновлення функціонуючих процесів системи;
- відновлення шляхом перерозподілу функцій і завдань між неушкодженими модулями.

Інформаційна система представляється неорієнтованим графом $G(V, E)$, $v_i \in V$, $e_{ij} \in E$, $i, j = 1, 2, \dots, n$, який описується матрицею суміжності. Множині вершин V відповідає множина робочих модулів розмірності n , а множині ребер E – множина каналів зв'язку між модулями. Інформаційна система виконує функцію обміну даними, якщо між будь-якою парою вузлів комутації знайдеться хоча б один маршрут передачі інформації. Вимога зв'язності графа дає підставу кількісно оцінити властивість функціональної стійкості інформаційної системи.

За класичною теорією стійкості можна оцінювати функціональну стійкість за параметрами графа, що описує систему, а саме, якою вона буде: функціонально стійкою, нестійкою або нейтральною.

Ознаки оцінювання структури графа:

- функціональна стійкість – граф є однокомпонентним, немає мостів і вузлів з'єднання;
- функціональна нестійкість – граф є багатокомпонентним, незв'язним.

Однак для сильно розгалужених графів провести оцінювання по зовнішньому вигляду складно. Тому для кількісної оцінки ступеня функціональної стійкості додатково розглядаються показники функціональної стійкості структури, а саме:

- число вершинної зв'язності $\chi(G)$ – найменше число вершин, видалення яких разом з інцидентними їм ребрами призводить до незв'язного чи графа з однією вершиною;
- число реберної зв'язності $\lambda(G)$ – найменше число ребер, видалення яких призводить до незв'язного графа, де $\chi(G) \leq \lambda(G)$;
- ймовірність зв'язності $P_{ij}(t)$ – ймовірність того, що повідомлення з вузла i у вузол j буде передано за час не більше t .

Критерії функціональної стійкості структури графа, які дозволяють на основі точних розрахунків визначити функціональну стійкість поточної структури інформаційної системи:

- структура інформаційної системи буде функціонально стійкою, якщо число вершинної зв'язності задовольняє умові $\chi(G) \geq 2$;
- структура інформаційної системи буде функціонально стійкою, якщо число реберної зв'язності задовольняє умові $\lambda(G) \geq 2$;
- структура інформаційної системи буде функціонально стійкою, якщо імовірність зв'язності між кожною парою вершин буде не менш заданої, тобто $P_{ij}(t) \geq P_{ij}^{зад}$, $i \neq j, i, j = 1 \dots n$, де n – число вершин графа $G(V, E)$.

Обчислення імовірності зв'язності можна здійснювати на основі різних методів, серед яких найбільш поширених є: метод повного перебору, метод прямого перебору, метод структурних перетворень, пошуку всіх простих ланцюгів, метод Езарі-Прошана, тощо.

Для прикладу візьмемо інформаційну систему (рис. 1) та обрахуємо для неї P_{16} .

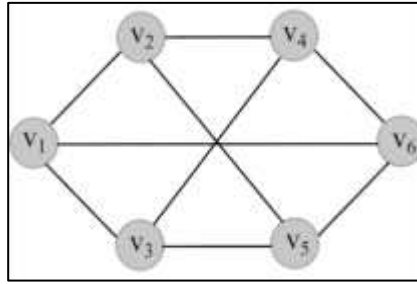


Рисунок 1 - Приклад моделі інформаційної системи

Обрахунки проведемо методом повного перебору та методом Литвака-Ушакова.

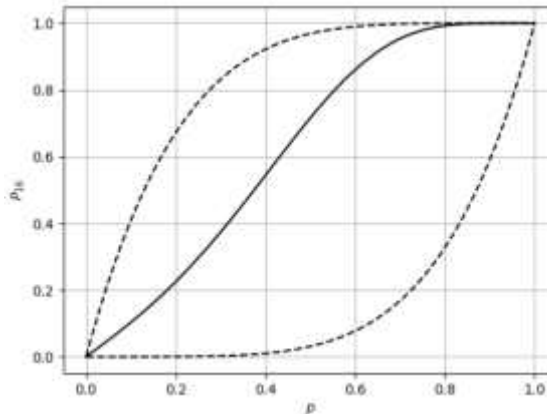


Рисунок 2 - Залежність P_{16} від p : суцільна лінія – метод повного перебору, пунктирні лінії – нижня та верхня границі ймовірності зв'язності за методом Литвака-Ушакова

Аналіз розрахунків ймовірності зв'язності на рисунку 2 показує, що при $0 \leq p \leq 0.6$ значення P_{16} має залежність, подібну до лінійної, а при $p > 0.6$ спостерігається відчутний спад приросту ймовірності зв'язності P_{16} . Якщо ймовірність справності ліній зв'язку системи перевищує 0.8, то дану систему можна вважати близькою до абсолютно надійної.

На сьогодні запропоновано багато різних методів обчислення параметрів функціональної стійкості, які допоможуть надавати рекомендації з побудови надійної інформаційної системи електростанції. Однак дана проблематика вимагає вдосконалення та розвитку нових підходів, оскільки важливість постійного моніторингу та ефективного перерозподілу навантаження мережі неможливо переоцінити особливо за поточних умов в Україні.

Список використаних джерел

1. Собчук В.В., Барабаш О. В., Мусієнко А.П. Основи забезпечення функціональної стійкості інформаційних систем підприємств в умовах впливу дестабілізуючих факторів: монографія. Київ: Міленіум, 2022. 272 с.

ІНТЕГРАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ В СИСТЕМУ ПІДТРИМКИ ПРОВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

При автоматизованому проектуванні складних технічних систем протягом довгого часу використовувались системи інженерних розрахунків, що ґрунтувались на розв'язку задач математичної фізики для окремих складових системи. З переходом до Індустрії 4.0 технічні системи стали більш інтелектуалізованими, тому виникла потреба в нових підходах до їх проектування і реалізації. Це сприяло в виникненню концепції цифрових двійників. Головною особливістю цифрового двійника є модель за допомогою якої можна імітувати поведінку реального об'єкта і проводити дослідження різних сценаріїв використання. Проте математичне та імітаційне моделювання не дають рекомендацій по вибору адекватної моделі складної технічної системи, що функціонує в конкретному просторі значень параметрів, оскільки залежності між змінними не завжди піддаються формалізації. В таких випадках модель можна отримати на основі множини віртуальних чи натурних експериментів та інтелектуальної обробки результатів. Для цього пропонується застосувати автоматизовану систему проведення комп'ютерних експериментів з функцією валідації математичних моделей. До компонентів системи входить графічний інтерфейс користувача, що дозволяє створювати сценарії моделювання, засоби проведення моделювання, засоби зберігання та аналізу результатів, засоби оцінки моделей, а також самі моделі. В якості моделей пропонується використовувати модулі функціональних макетів(FMU).

Після першого десятиліття XXI сторіччя провідні компанії по розробці програмного забезпечення класів CAD/CAE/CAM почали реалізовувати засоби моделювання для кіберфізичних систем. Наприклад, в програмному забезпеченні від таких компаній як Dassault Systemes, ETAS, Ansys, Modelon, Siemens можливо провести мультидисциплінарні інженерні розрахунки.

Для обміну моделями і сумісного моделювання Modelica Association було розроблено незалежний від інструментальних засобів відкритий галузевий стандарт об'єктно-орієнтованого моделювання – FMI (Functional Mock-up Interface). Для створення цифрових двійників використовуються засоби системного моделювання, наприклад, MapleSim чи Simulink.

У відповідності до стандарту FMI модель розповсюджується у вигляді zip-архіву із розширенням *.fmu і є функціональною одиницею Mock-Up (FMU). Fmu-файл містить в собі наступні складові:

- XML-файл, що описує змінні, які використовуються в FMU;
- всі рівняння, які використовуються моделлю (у вигляді C-функцій);
- необов'язкові інші дані, наприклад, таблиці параметрів, користувацький інтерфейс, документація, яка може знадобитися для моделі.

На сьогодні актуальною є третя версія стандарту FMI в якій було додано новий тип FMU “Scheduled Execution”.

CS-FMU містить вбудований чисельний розв'язувач, що приймає ззовні вхідні дані, виконує один крок розрахунку і повертає дані.

ME-FMU підключається до зовнішнього розв'язувача, що встановлює стан моделі, визначає розмір кроку і обчислює новий стан. Такий FMU розглядається як гібридне звичайне диференціальне рівняння.

SE-FMU дозволяє з'єднати кілька FMU з одним зовнішнім планувальником, що планує виконання кожного FMU окремо.

Такі програмні засоби як Simulink, Simcenter Amesim дозволяють імпортувати FMU і проводити за їх допомогою моделювання. Одним із засобів створення моделей є OpenModelica Connection Editor. Використовуючи мову Modelica можна запрограмувати модель, а потім експортувати її у модуль fmu. Важливо зазначити, що в процесі імпорту існує можливість

перетворення FMU у виконуваний код у вигляді динамічної бібліотеки. Середовище моделювання може взаємодіяти із FMU за наступним алгоритмом: спочатку відбувається ініціалізація екземпляра моделі, потім ініціалізуються змінні, виконуються кроки моделювання з послідовним записом та читанням змінних, в кінці екземпляр моделі знищується.

Одним із способів використання цифрового двійника є техніка під назвою Hardware-in-the-Loop (HIL). Симулятор HIL використовує апаратне та програмне забезпечення для емуляції складної системи та дозволяє інтерфейсу в режимі реального часу перевірити пристрій, що тестується.

Список використаних джерел

1. Song, H.C., Cho, C., Hodgkiss, W., Nam, S.H.; Kem, S.M., Kim, B.N. Underwater sound channel in the northeastern East China Sea. *J. Ocean Eng.* 2018, 147, 370–374.
2. Bian, C., Liu, Z., Huang, Y., Zhao, L. and Jiang, W. On estimating turbulent Reynolds stress in wavy aquatic environment. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2018, vol. 123, no. 4, pp. 3060–3071.
3. Cheng, Y.C.; Plag, H.P.; Hamlington, B.D.; Xu, Q.; He, Y.J. Regional sea level variability in the Bohai Sea, Yellow Sea, and East China Sea. *Conti. Shelf Res.* 2015, 111, 95–107.
4. Anderson, S. HF radar network design for remote sensing of the South China Sea. In *Advanced Geoscience Remote Sensing*; IntechOpen: London, UK, 2014; pp. 73–102.
5. Clay C.S. and Medwin H. *Acoustical Oceanography*, Wiley, New York, 1977.
6. Mackenzie, K.V. Bottom Reverberation for 530 and 1030-cps Sound in Deep Water, *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 33, No. 11, 1961, pp.1498–1504.
7. Hall H.R. and Watson W.H. An Empirical Bottom Reflection Expression for Use in Sonar Range Prediction, NUC Technical Note 10, July 1967.
8. Coates R. An Empirical Formula for Computing the Beckmann-Spizzichino Surface Reflection Loss Coefficient, *IEEE Trans. Ferroelectrics Frequency Control*, Vol. 35, No. 4, July 1988, pp.522–523.
9. Mackenzie, K.V. Nine-term equation for sound speed in the oceans. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 1981, 70, 807–812.
10. Munk, W.H. and Forbes, A.M.G. Global ocean warming: An acoustic measure. *J. Phys. Oceanogr.*, 1989, 19, 1765–78.
11. Bowditch, N. *American Practical Navigator*, Vol. I. Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Pub. 9, Washington, DC. 1977.
12. Pei, Y., Liu, X. & He, H. Interpreting the sea surface temperature warming trend in the Yellow Sea and East China Sea. *Sci. China Earth Sci.* 2017. 60, 1558–1568.
13. Wu, L.; Wang, B. A Case Study on the Variability of Summer Water Properties in the Southeastern Yellow Sea Based on the Hydrological Data from 1995 to 2019. *Water* 2021, 13, 79.
14. Johnson, D.R., Boyer, T.P., 2015: *Regional Climatology of the East Asian Seas: An Introduction*. NOAA Atlas NESDIS 79, Silver Spring, MD, 37 p.
15. Kyung-Ae Park, Ji-Eun Park, Byoung-Ju Choi, Sang-Ho Lee, Eunil Lee. Do-Seong Byun and Young-Taeg Kim, An analysis of oceanic current maps of the Yellow Sea and the East Sea and the East China Sea in secondary school science textbooks. *Journal of the Korean earth science society*. Volume 35, Issue 6. Pp. 439-466 (2014).
16. Fan Li, Xinyi Guo, Tao Hu Aand Li Ma, Acoustic travel-time perturbations due to shallow-water internal waves in the Yellow Sea. *Journal of Computational Acoustics*. 2014. Vol. 22, No. 01, 1440003.
17. *Underwater Acoustics: Technical Guides – Speed of Sound in Sea-Water*. National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, UK, TW11 0LW. Pp.1-7.

д.т.н. Гаврилко Є.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Старовіт І.С. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ НА НБК ЧАЕС

Новий Безпечний Конфайнмент (НБК) створений з ціллю оберігати довкілля в процесі вилучення радіоактивних матеріалів зі знищеного четвертого блоку та розбирання нестійких конструкцій пошкодженого об'єкта "Укриття". Це є критично, адже роботи на Чорнобильській АЕС пов'язані з великими викидами радіоактивних аерозолів (РА) [1], які створюють ризик для зовнішнього середовища та робочого персоналу. Тому важливим є аналіз, передбачення цих викидів і вдосконалене управління системами вентиляції для їх зниження. У даній роботі представлено структуру та приклад застосування системи підтримки прийняття рішень (СППР) для керування вентиляційними системами НБК ЧАЕС. Ця система дозволяє визначити оптимальні параметри роботи вентиляційних систем, з метою зниження споживання електроенергії та мінімізації впливу РА, містить зручний інтерфейс для моделювання та візуалізації впливу роботи цих систем

Основним компонентом при створенні СППР є розробка прогнозуючих моделей. Основна ідея застосування даних моделей є прогнозування майбутньої поведінки системи протягом визначеного горизонту. При розробці прогнозуючих моделей зазвичай використовуються три основні види моделювання:

- 1) фізичне моделювання ("white box"): базується на фізичних законах і рівняннях, детально описуючи механічні та термодинамічні процеси;
- 2) моделювання на основі даних ("black box"): не вимагає глибокого розуміння фізичних процесів, замість цього використовуючи історичні дані та машинне навчання для прогнозування поведінки системи;
- 3) гібридне моделювання ("grey box"): комбінує фізичне моделювання і моделювання на основі даних, використовуючи фізичні закони для деяких аспектів системи і методи на основі даних для інших.

При розробці СППР створено модуль оцінки гідравлічного стану, що містить в собі як фізичні моделі [2,3], так і моделі з застосуванням машинного навчання [4], що дозволяють визначати тиски всередині об'єкту та перепади тисків в зонах неконтрольованих протічок (рисунок 1).

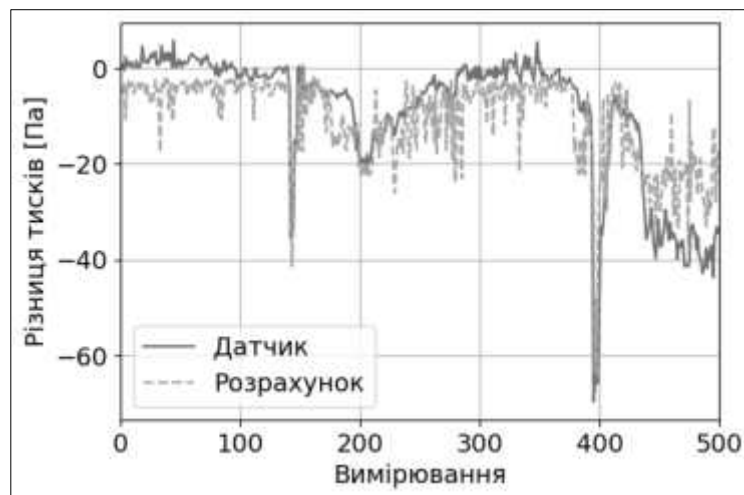


Рисунок 1 – Порівняння показів датчика КП-ОС та прогнозованого значення для тестової вибірки

Використовуючи розроблені моделі можливе знаходження оптимальних витрат ВУ при різних параметрах вітру [5], які можливо використати при виборі режимів роботи, як в короткостроковій так і в довгостроковій перспективі.

Розроблена система підтримки прийняття рішень (СППР) містить кілька ключових модулів:

1) модуль обробки даних: забезпечує збір експлуатаційних даних з датчиків НБК, метеорологічної станції ЧАЕС та метеорологічних АРІ.

2) база даних: використовується для зберігання усіх експлуатаційних даних і записів користувача.

3) модуль оцінки гідравлічного стану: включає алгоритми для визначення тисків та оптимізації параметрів роботи вентиляційного обладнання за допомогою прогнозуючих моделей, а також підмодуль прогнозування погодних даних: використовує історичні дані для прогнозу швидкості та напрямку вітру за допомогою статистичних методів.

4) веб-інтерфейс користувача: забезпечує динамічний і візуально привабливий інтерфейс, з застосуванням з бібліотек для аналізу даних.

Інтерфейс користувача включає екрани які задовільняють основні функціональні вимоги даної система:

1) екран для візуалізації поточного гідравлічного стану НБК, включає розподіли тисків, неконтрольовані протічки РА (рисунок 2);

2) екран візуалізації історичних експлуатаційних та метеорологічних даних;

3) екран з рекомендаціями щодо параметрів вентиляційного обладнання – для встановлення оптимальних режимів роботи залежно від метеорологічних прогнозів і плану роботи персоналу; додатково показує розрахунки очікуваних викидів РА.

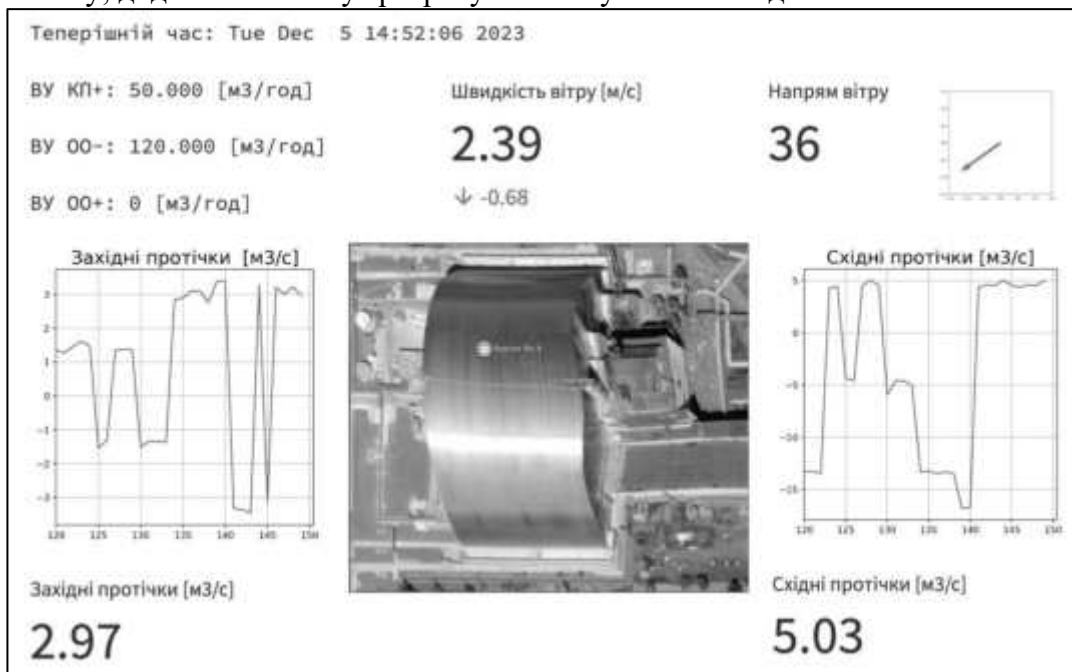


Рисунок 2 – Екран оцінки гідравлічного стану НБК ЧАЕС

Отже, розроблена система дозволяє враховувати фізичні особливості об'єкта, прогнозувати метеорологічні умови, визначати оптимальні режими роботи вентиляції, підвищувати ефективність та мінімізувати негативні наслідки під час роботи персоналу за допомогою аналізу і візуалізації результатів. Подальшими етапами вдосконалення системи є автоматизація збору даних з об'єкту, впровадження та верифікація на об'єкті.

Список використаних джерел

1. Динаміка зміни концентрації радіоактивних аерозолів під час вилучення паливовміщуючих матеріалів з об'єкта "Укриття" / В. Г. Батій, А. О. Сізов, Д. В. Федорченко, А. О. Холодюк // Ядерна та радіаційна безпека. - 2015. - Вип. 4. - С. 41-44. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ydpb_2015_4_10
2. P.G. Krukovskiy, M.O. Metel, A.S. Polubinskiy, V.A. Krasnov, D.I. Sklsarenko, A.I.

Deineko. Model of thermogasdynamical, humid and radiation state of the new safe confinement and the “Shelter” Object // II International Conference "International Conference on Nuclear Decommissioning and Environment Recovery" INUDECO. April 25-27, 2017, Slavutych, Ukraine, p. 347-350.

3. P.G. Krukovskiy, E.V. Dyadyushko, D.I. Sklyarenko, I.S. Starovit. Unorganized emissions of air with radioactive aerosols from the new safe confinement of the Chernobyl Nuclear Power Plant into the surrounding environment. Issues of atomic science and technology, 6, 2017 181–186.

4. Pysmennyy, Y., Havrylko, Y., Krukovskiy, P., Starovit, I., Diadiushko, Y. Development of special mathematical software for controlling the ventilation units of the new safe confinement of the ChNPP, Nuclear & radiationsafety, 2(94), 2022, 35–43

5. Wang, X.; Guo, P.; Huang, X. A review of wind power forecasting models. Energy Procedia 2011, 12, 770–778

ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИКИ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В УМОВАХ ДЕСТРУКТИВНИХ ВПЛИВІВ

Для запобігання аварій при управлінні інтелектуальними системами прийняття рішень (ІСПР) в енергетиці головним завданням є забезпечення того, щоб значення параметрів, які характеризують робочий режим функціонування об'єкта енергетики, в період виробничого циклу знаходились в допустимих межах. Такими параметрами є напруга, струм, потужність, тощо [1]. Всі ці параметри отримуються спеціальними вимірюваннями, які здійснюються за допомогою прикладного програмного забезпечення яке забезпечує збір, обробку та архівування інформації про об'єкт в реальному режимі часу, та передає загальній системі, що здійснює моніторинг всіх робочих режимів.

З теорії надійності відомо, що при детермінованому режимі функціонування енергетичного об'єкту, який складається зі спеціального обладнання, вихід від ладу деякого блоку в деякий випадковий момент часу τ , підпорядковано експоненціальному закону розподілу [2]

$$p_{\tau}(B_i) = 1 - e^{-\lambda\tau}, \quad 0 < \tau < T, \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де N - кількість блоків енергетичного об'єкту, B_i - i -й блок енергетичного об'єкту, λ - середня кількість відмов блоку B_i протягом виробничого циклу T .

Однак, якщо на систему, яка забезпечує вимірювання відповідних параметрів, що характеризують робочий режим функціонування всього енергетичного об'єкту, впливає зовнішній деструктивний вплив, то представлення (1) вже не визначає достовірну ймовірність відмови того чи іншого блоку, який є складовою в забезпеченні робочого режиму функціонування всього об'єкту енергетики. На теперішній час таким деструктивним впливом є кібератаки [3].

З проведеного аналізу кібератак на об'єкти енергетики можна виділити п'ять, характеристики яких представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Вид атаки	Мета атаки	Негативні наслідки від атаки
1	Розвідка	Спрямування на виявлення вразливості в системі та визначення мети на подальший вид атак.	Впровадження неправдивих даних щодо значень параметрів, які забезпечують робочий режим і як наслідок, відмова в обслуговуванні. Спроможність сканувати мережу, протоколи передачі даних та проводити аналіз мережевого трафіку.
2	Модифікація даних	Перехоплення управління технологічним процесом	Порушення робочого режиму функціонування енергетичного об'єкту
3	Dos-атаки	Блокування доступу до даних	Відмова в обслуговуванні
4	Атаки повторного відтворення	Перехоплення і запис інформації (даних) для дубляжу, ретрансляції та маніпулювання ними.	Аварійні ситуації в процесі технологічного циклу
5	Супфінг	Маніпуляція часом	Похибка в управлінні робочим режимом

З точки зору математичного моделювання, енергетичний об'єкт можна розглядати як багатовимірний об'єкт з вихідними змінним, які залежні між собою. Загальна схема такого об'єкту представлено на рисунку 1.

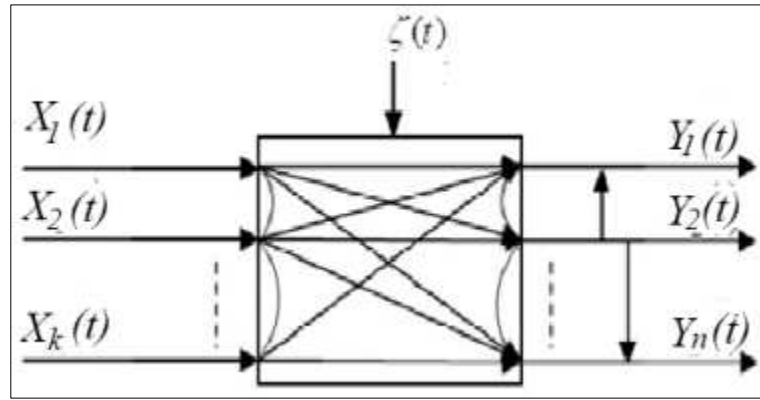


Рисунок 1 - Багатовимірний об'єкт з вихідними змінними, які залежні між собою

На рисунку 1 вектор $X(t) = (X_1(t), X_2(t), \dots, X_k(t))$ уявляє собою k - вимірний вектор вхідних змінних, вектор $Y(t) = (Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_n(t))$ уявляє собою n - вимірний вектор вихідних змінних, а вектор $\zeta(t) = (\zeta_1(t), \zeta_2(t), \zeta_3(t), \zeta_4(t), \zeta_5(t))$ уявляє собою вектор зовнішнього деструктивного впливу, компонента якого відповідає кібератаці, яка представлено в таблиці 1 відповідно.

Як відомо, при детермінованому робочому режимі, коли вважається, що зовнішній деструктивний вплив відсутній, математичний опис багатовимірного об'єкту, загальна схема якого представлена на рисунку 1, представляється у вигляді системи функцій, які задано неявно і мають наступний вид

$$F_i(X(t), Y(t)) = 0, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де $F_i(*)$ - уявляють собою функції, які в багатьох випадках невідомі ні особам, які забезпечують робочий режим технологічного процесу, ні самому досліднику, який здійснює математичне моделювання. Це пов'язано з тим, що в реальних умовах постійно залишається проблема наявності неповної інформації щодо реального процесу. Ця неповнота в першу чергу пов'язана з тим, що кожна координата вектору вихідних даних в багатьох випадках залежить не від усіх координат вектору вхідних змінних і при цьому набір залежних координат для кожної координати вихідного вектору може бути різний [4].

При наявності зовнішнього деструктивного впливу, яких визначається вектором $\zeta(t)$, вхідні змінні, які задаються вектором $X(t)$ будуть змінюватись, а значить і вихідні змінні, які характеризуються вектором $Y(t)$ також будуть змінені, що призведе до того, що система (2) вже не буде описувати істотний робочий режим.

Так як, кібератака є випадковий процес, то кожна компонента вектору $\zeta(t)$ є випадковою величиною і успішна реалізація кібератаки може розглядатись як випадкова величина, яка має свій закон розподілу, причому цей закон як правило невідомий.

Припустимо, що i -та компонента вектору $\zeta(t)$ має закон розподілу $p_{\zeta_i}(t)$, який наближено отримано на основі великої вибірки або за допомогою імітаційного моделювання і який уявляє собою ймовірність успішної реалізації кібератаки $\zeta_i(t)$ на енергетичну систему. Тоді, ввівши поняття суміші законів розподілу ймовірності, ймовірність $p_{\zeta}(t)$ успішної реалізації кібератаки на енергетичну систему можна представити у наступному виді

$$p_{\zeta}(t) = \sum_{i=1}^5 \alpha_{\zeta_i} p_{\zeta_i}, \quad (3)$$

де $\alpha_{\zeta_i} \in [0, 1]$ і уявляють собою ваги компоненти вектору $\zeta(t)$. Якщо позначити через γ_{ζ_i} збитки підприємства енергетичної інфраструктури від успішної реалізації кібератаки ζ_i , а через γ_{ζ} - збитки підприємства від успішної реалізації кібератаки $\zeta(t)$, то

$$\alpha_{\zeta_i} = \begin{cases} \gamma_{\zeta_i}, & \text{при } \gamma_{\zeta_i} < \gamma_{\zeta} \\ \gamma_{\zeta} & \\ 1, & \text{при } \gamma_{\zeta_i} \geq \gamma_{\zeta} \end{cases} \quad (4)$$

Виходячи з вищевикладеного, можна сказати, що вихідний вектор змінних $Y(t)$ вже буде залежати не від вхідного вектору змінних $X(t)$, а від вектору $p_{\zeta}(t) \cdot X(t)$ і тоді представлення (2) прийме вид

$$F_i(p_{\zeta}(t) \cdot X(t), Y(t)) = 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

З рівності (5) випливає, що вектор вихідних змінних $Y(t)$ є випадковим і на теперішній час є достатньо складним завданням в побудові закону розподілу ймовірності $p_Y(t)$.

Провівши імітаційне моделювання за допомогою програмного продукту Maple 7 для одного вхідного параметру $X_1(t)$ і суміші нормальних законів розподілу (3), було отримано графічне порівняння величини $X_1(t)$ при відсутності зовнішнього деструктивного впливу і при наявності всіх компонентів вектору $\zeta(t)$, що представлено на рисунку 2.

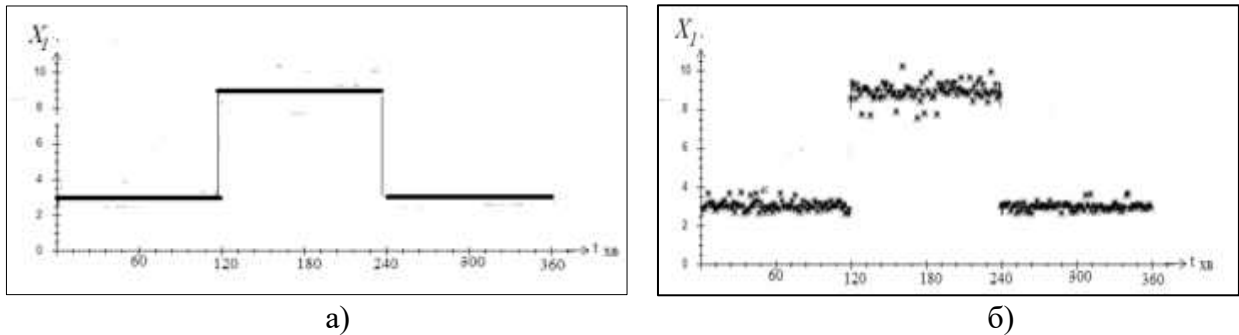


Рисунок 2 - Залежність вхідної змінної від часу: а) – зовнішній деструктивний вплив відсутній; б) наявність зовнішнього деструктивного впливу.

З рисунку 2 видно, що при наявності кібератак, які спрямовані на енергетичний об'єкт, порушує робочий режим, що може в свою чергу призвести до аварійної ситуації.

Таким чином, для забезпечення функціональної стійкості інтелектуальної системи енергетики прийняття рішень важливим є побудова алгоритму машинного навчання щодо існуючих зовнішніх деструктивних впливів, якими є кібератаки. В основі цього алгоритму лежить побудова суміші законів розподілу ймовірності успішної реалізації кібератаки на енергетичний об'єкт з подальшим отриманням законів розподілу вихідних змінних, що дає можливість здійснювати прогнози щодо станів робочого режиму в наступні проміжки часу.

Список використаних джерел

1. Ivakhnov A., Lazurenko O., Fedorchuk S. Determining Power Energy Hub Boundaries at Decentralized Power Grid // Energy, Series : “Modern problems of power engineering and ways of solving them”, No 2(98), 2021, p. 60–64.
2. Самандула В.В., Луценко М.М. Застосування методів внутрішніх точок в задачах кібербезпеки інтелектуальних систем енергетики // Сучасний захист інформації. № 2(46), 2021, с. 53-58.
3. Shokarov D. The principles of creation and application of computer simulators in the tasks of electric power industry / I. Zachepa, N. Zachepa, I. Ganzevich, D. Shokarov, H. Cherkashyna // Енергозбереження Енергетика Енергоаудит, №11-12 (177-178), 2022, с 34-41.
4. Литвиненко В.А., С'янов О.М., Рязанцев О.В., Гулеша О.М., Уланова В.Є. Комп'ютерні системи математичних розрахунків для аналізу метрологічної надійності засобів вимірювання // Математичне моделювання. №1(48), 2023, с. 18-25.

Секція 1

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОГРАМУВАННЯ

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ НАЛАГОДЖЕННЯ КОДУ

Налагоджувальні інструменти суттєво підвищують швидкість розробки шляхом швидкого виявлення та виправлення помилок. Вони сприяють покращенню загальної якості коду через систематичне тестування та забезпечення його стабільності та ефективності.

Інструментарій для розробки програмного забезпечення представлений різноманітними засобами, що допомагають розробникам у їхній повсякденній роботі. Інтегровані середовища розробки (IDEs) виступають як комплексні платформи, об'єднуючи у собі редактор коду, компілятор, дебагер, тестувальні інструменти та інші ресурси для зручної та ефективної роботи.

Дебагери є важливими інструментами, які дозволяють розробникам виявляти та усувати помилки у програмному коді, крок за кроком відстежуючи його виконання. Аналізатори коду автоматично перевіряють код на наявність потенційних помилок, неефективних паттернів, відповідність стандартам коду та інші аспекти, підвищуючи якість програм.

Системи контролю версій дозволяють відстежувати та керувати змінами у коді, забезпечуючи спільну роботу над проектами та зберігання історії змін. Тестувальні інструменти автоматизують процес тестування програмного забезпечення, допомагаючи виявляти помилки та перевіряти його функціональність у різних умовах.

Ці різноманітні інструменти сприяють підвищенню продуктивності розробників, полегшують виявлення та усунення помилок у коді, а також покращують якість та надійність програмного забезпечення.

Такі платформи, як Codota або Kite, використовують штучний інтелект для надання розробникам рекомендацій, автодоповнень коду, пропозицій оптимізації та підказок щодо потенційних помилок на основі аналізу тисяч кодових прикладів.

Інструменти, такі як DeepCode або Tabnine, використовують алгоритми машинного навчання для виявлення та розуміння складних помилок у коді, що допомагає вирішити проблеми швидше та більш ефективно[1].

Інструменти, наприклад SonarQube або ESLint, використовуються для статичного аналізу коду з метою виявлення можливих проблем у структурі, стилістичних аспектах та безпеці.

Інструменти типу AppDynamics або New Relic аналізують роботу програми в реальному часі, виявляючи недоліки у використанні ресурсів, такі як зайве споживання пам'яті або проблеми з продуктивністю[2].

Такі інструменти, як Docker або Kubernetes, спрощують тестування та розгортання програмного забезпечення, забезпечуючи зручний спосіб роботи з ізольованими середовищами.

Ці технології та інструменти використовуються для автоматизації рутинних завдань, аналізу коду, виявлення помилок та покращення продуктивності розробників під час процесу налагодження та роботи з програмним кодом.

Розробка автоматизованих дебагерів використовується для полегшення та покращення процесу виявлення та виправлення помилок у програмі.

Наприклад, CodeAI або DeepCode, які застосовують методи штучного інтелекту для аналізу коду та виявлення потенційних проблем. Вони автоматично вказують на можливі помилки, надають рекомендації щодо виправлення та навіть пропонують автоматичні варіанти коду для усунення проблем[3].

IntelliTrace у Visual Studio чи Time Travel Debugging у Chrome DevTools. Вони дозволяють вам переглядати не лише поточний стан програми, а й відстежувати її стан в минулому, що спрощує виявлення та розв'язання проблем.

Інструменти, які автоматично аналізують стек викликів під час виконання програми, допомагають ідентифікувати місця, де виникають проблеми або помилки.

Інструменти, такі як Jest чи PyTest, які автоматично виявляють та повідомляють про помилки у кодї під час тестування, спрощуючи процес виявлення помилок[4].

Деякі середовища розробки, такі як Eclipse чи Visual Studio, мають можливість реального часу дебагінгу, дозволяючи переглядати та аналізувати зміни в кодї під час виконання програми[5].

Машинне навчання (ML) для аналізу коду - це галузь, що використовує алгоритми та методи машинного навчання для аналізу програмного коду з метою виявлення помилок, уразливостей, оптимізації та покращення якості коду. Ось деякі ключові аспекти використання машинного навчання у цій галузі:

- автоматичне виявлення помилок: моделі машинного навчання можуть навчитися виявляти потенційні помилки або вразливості у кодї, такі як проблеми з пам'яттю, діленням на нуль, недостатньою перевіркою даних тощо;
- генерація рекомендацій: системи ML можуть рекомендувати оптимальні способи виправлення помилок або покращення коду, надаючи вказівки розробникам, як виправити проблеми;
- аналіз стилю коду: машинне навчання може застосовуватися для перевірки відповідності коду встановленим стандартам чи власним стилям написання коду;
- клонування коду та оптимізація: моделі можуть виявляти схожі частини коду, рекомендувати оптимізації та виявляти "запозичення" коду між різними частинами проекту;
- автоматизація тестування: машинне навчання може допомагати у створенні тестових сценаріїв, автоматичному виявленні проблем у функціонуванні програми та прогнозуванні наслідків змін;
- виявлення залежностей: алгоритми ML можуть аналізувати залежності між різними елементами коду, виявляючи слабкі місця або можливі ризики [6].

Інструменти для автоматизації процесу розгортання програмного забезпечення та управління версіями можуть значно спростити життя розробникам. Вони дозволяють автоматизувати процеси від створення версій програми до її розгортання, що полегшує роботу команди та зменшує ймовірність помилок під час релізу.

Також важливою є інтеграція інструментів для контролю якості коду безпосередньо в процес розробки. Інструменти, які автоматично перевіряють стиль коду, виявляють потенційні проблеми та пропонують варіанти їх виправлення, можуть підвищити якість коду та забезпечити його відповідність стандартам.

Інструменти для аналізу коду на основі машинного навчання, такі як CodeQL, DeepCode, Tabnine та інші, розвиваються для автоматизації та покращення процесу розробки, забезпечуючи розробникам засоби для швидкого виявлення, виправлення помилок та покращення якості коду.

Список використаних джерел

1. Роберт Мартін. "Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship", 2008, Pages 185-203.
2. Andrew Hunt, David Thomas. "The Pragmatic Programmer: Your Journey to Mastery», 1999, Pages 146-160.
3. David J. Agans. "Debugging: The 9 Indispensable Rules for Finding Even the Most Elusive Software and Hardware Problems", 2002, Pages 118-130.
4. Стів Макконнелл. "Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction», 2004, Pages 210-230.
5. Майкл Фезерс. "Working Effectively with Legacy Code", 2004, Pages 98-130.
6. Мартін Фаулер, Кент Бек, Джон Бринджс, Вільям Опдак. "Refactoring: Improving the Design of Existing Code", 1999, Pages 108-122.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Гнатишин М.С. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

МЕТОДИ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

З появою цифрової ери та популярністю онлайн соціальних мереж, як ніколи раніше, інформація поширюється швидко та легко. Однак, це також сприяє розповсюдженню низькоякісної або навмисно підробленої інформації, що може мати негативний вплив на суспільство. Виявлення, маркування та спростування онлайн дезінформації якнайшвидше стає все більш нагальною проблемою.

Факт перевірки як журналістичний інструмент значно розвинувся від 11 сайтів у 2008 році до 424 у 2022 році. Однак, з 2019 року спостерігається спад кількості нових сайтів факт-чекінгу. У 2023 році було зареєстровано 417 активних факт-перевіряльних сайтів, які працюють більш ніж у 100 країнах та 69 мовами. Це вказує на стабілізацію розвитку факт-перевірки, незважаючи на зростаючу потребу у боротьбі з маніпулятивними медіа та політичними брехнями.

Проблема вміння відрізнити справжні новини від вигадок є актуальною для нашого суспільства. Згідно соціологічного опитування компанії InMind тільки 68% громадян можуть впевнено відрізнити дезінформацію, використовуючи наявні інструменти (Рисунок 1) [1]. Тому нові інструменти повинні збільшити частку таких людей.

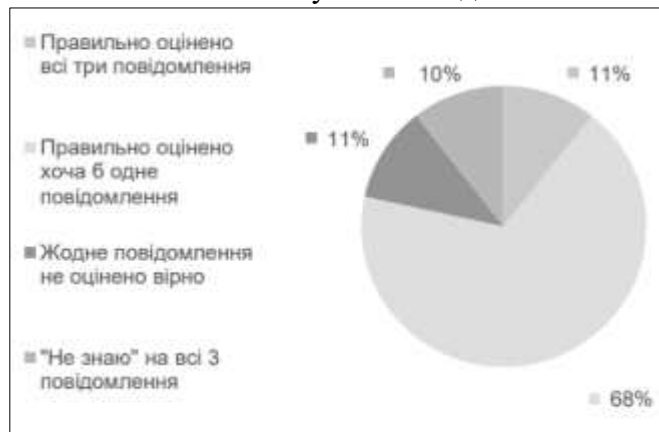


Рисунок 1 - Результати соціологічного експерименту по визначенню дезінформації

З іншого боку, зростає роль та ефективність застосування глибокого навчання та графових нейронних мереж у виявленні фейкових новин. Ці методи дозволяють ефективно моделювати соціальний контекст та процес поширення онлайн-новин. Наразі існують три основні підходи до використання графових нейронних мереж: знаннево-орієнтовані методи, методи, засновані на поширенні, та методи, засновані на гетерогенному соціальному контексті.

Знаннево-орієнтовані методи використовують елементи змісту новин, такі як концепції та названі сутності, для визначення фейкових новин. Такі методи можуть використовувати як внутрішні, так і зовнішні джерела знань для побудови більш повної картини достовірності інформації. Методи, засновані на поширенні, концентруються на процесі розповсюдження новин та взаємодії користувачів з цими новинами. Методи, засновані на гетерогенному соціальному контексті, включають більш широкий контекст джерела новин, таких як інші публікації того ж користувача чи новини на схожі теми.

Ця стаття пропонує огляд сучасних методів і програмного забезпечення, заснованих на нейронних мережах, для виявлення неправдивої інформації в мережі Інтернет, а також обговорює поточні виклики та можливі напрямки майбутніх досліджень у цій галузі.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

На даний момент існує багато наукових праць в галузі виявлення та боротьби з дезінформацією. Їх можна розділити на кілька напрямів: методи визначення правдивості текстової інформації, методи визначення достовірності та оригінальності графічної інформації та методи пошуку мереж несправжніх користувачів які створенні для впливу на суспільство з тією чи іншою метою. Зовсім нещодавно до цього списку добавились і наукові праці які пов'язані з виявленням інформаційно-психологічних спеціальних операцій, що є досить актуальною проблемою в нашій країні.

Інформаційно-психологічна спеціальна операція - це вид діяльності, спрямований на вплив на громадську думку, емоції, психологічний стан або поведінку певної групи людей чи населення в цілому за допомогою спеціально організованої інформаційної кампанії. Ця діяльність може включати використання ЗМІ, соціальних мереж, пропаганди, дезінформації, психологічного тиску та інших методів інформаційного впливу. Основна мета таких операцій - досягнення конкретних політичних, соціальних чи військових цілей шляхом маніпулювання інформацією та формуванням певного сприйняття подій або фактів у цільовій аудиторії.

В галузі виявлення фейкових новин та ботів в Інтернеті сучасні дослідження пропонують широкий спектр методів та підходів, заснованих на нейронних мережах [2]. Розглядаючи різні дослідження, можна виділити ключові напрями:

Графові нейронні мережі у виявленні фейкових новин: Основна увага в цій сфері приділяється розробці графових моделей, які дозволяють виявляти фейкові новини, використовуючи різноманітні джерела даних та контекстуальну інформацію. Такі методи дозволяють комплексно аналізувати соціальні взаємодії, пов'язані з поширенням інформації, включаючи знаннево-орієнтовані, на основі поширення, та гетерогенні методи соціального контексту [3]. Вони забезпечують глибоке розуміння динаміки соціальних мереж, але стикаються з проблемами, пов'язаними з високими обчислювальними вимогами та складністю інтерпретації результатів .

Виявлення ботів на основі аналізу тексту та поведінки: Інші дослідження зосереджуються на виявленні ботів у соціальних мережах, використовуючи методи аналізу тексту та поведінкові моделі [4]. Виявлення ботів є ключовим аспектом боротьби з фейковими новинами, оскільки боти часто використовуються для маніпулювання громадською думкою та поширення дезінформації [5].

Більшість праць акцентують увагу тільки на інформації в соціальних мережах, при цьому оминаючи інші джерела інформації, такі як: новинні сайти, персональні журналістські блоги, державні сайти та ін. Для побудови більш ефективних методів виявлення дезінформації необхідно включати всі можливі джерела, це дасть краще оцінити загальний контекст та прийняти рішення стосовно тієї чи іншої новини більш виважено.

На основі аналізу літератури, можна зазначити, що комбінування різних методів виявлення дезінформації та ботів може включати використання різних моделей глибокого навчання, які аналізують текст, поведінкові ознаки, метадані та структуру мережі. Такий комплексний підхід може покращити точність та здатність розпізнавати більш складні та еволюційовані форми ботів та дезінформації в соціальних мережах.

Проблема, яку можна вирішити комбінуючи ці підходи, включає розробку більш гнучкої та точної системи виявлення, здатної адаптуватися до змін у поведінці ботів та методах поширення дезінформації.

Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є розробка та вдосконалення методів та програмного забезпечення, що базуються на нейронних мережах, для виявлення неправдивої інформації в реальному часі. Це передбачає розробку алгоритмів, які здатні виявляти складні шаблони дезінформації та адаптуватися до постійних змін у стратегіях та методах поширення неправдивої інформації в Інтернеті. Результатом такого дослідження буде створення ефективних інструментів, призначених для підвищення достовірності та рівня безпеки інформаційного простору в мережі.

До задач дослідження можна віднести створення нової моделі виявлення неправдивої інформації в мережі Інтернет з використанням методів нейронних мереж, шляхом вдосконалення існуючих алгоритмів, які враховують складність та динамічність сучасних стратегій поширення дезінформації. Методи, які можуть враховувати широкий спектр параметрів, включаючи структурні та семантичні особливості інформаційних потоків, що зробить їх більш ефективними та універсальними в порівнянні з традиційними підходами.

Дослідження покликане підвищити рівень інформаційної безпеки в мережі інтернет для суспільства в цілому та для звичайних користувачів в тому числі. В рамках цього пропонується створити відкритий доступ до розробленого програмного забезпечення шляхом створення вебсайту який дозволить будь-якому користувачу перевіряти ту чи іншу інформацію з соціальних мереж, новинних сайтів і тд.

Важливим аспектом є не тільки надання оцінки достовірності інформації, а й обґрунтування такої оцінки у вигляді, якій буде зрозумілий звичайній людині. Мається на увазі глибокий аналіз всіх аспектів дезінформації в тих чи інших даних, з виділенням конкретних випадків та надання детального звіту як результату виконання програми.

Окремий фокус повинен бути на графічному контенті, який часто супроводжує інформацію в соціальних мережах чи новинних сайтах. Дуже часто маніпуляції аудиторією відбуваються саме завдяки фото чи відео матеріалам, до яких додається геть інших опис і місце зйомки ніж є насправді.

Матеріали та методи досліджень

Для дослідження методів виявлення неправдивої інформації в інтернеті обрано ряд джерел, що включають наукові публікації, статті, та актуальні бази даних. Особлива увага приділена дослідженням, які аналізують застосування нейронних мереж та їх ефективність у розпізнаванні фейкових новин.

Для вирішення поставлених задач планується використати методи машинного та глибокого навчання. Першим етапом дослідження буде пошук найбільш оптимального поєднання відомих підходів з цих напрямів комп'ютерних наук, з подальшою оптимізацією та змінами під потреби даного дослідження.

Використовується комбінований підхід, який включає кількісний та якісний аналіз існуючих методів та програмних рішень. Аналіз здійснюється на основі оцінки точності, ефективності, та можливостей адаптації різних нейронних мереж до умов поширення дезінформації в Інтернеті.

Дослідження базується на використанні сучасних інструментів аналізу даних та машинного навчання, включаючи конволюційні та рекурентні нейронні мережі, графові нейронні мережі, та системи штучного інтелекту для обробки природної мови.

Ефективність роботи нейронних мереж великою мірою залежить від кількості та якості даних на яких вона була навчена, саме тому для вибору наборів даних потрібно підходити відповідально [6]. В таблиці 1. наведений перелік існуючих наборів даних для аналізу дезінформації в інтернеті, який містить також класифікацію того чи іншого компоненту.

Таблиця 1. Порівняння наборів даних з неправдивими новинами.

Назва	Тематика	Формат даних	К-сть класів
ISOT	Політика, суспільство, бізнес, спорт, злочинність, технології, здоров'я	Текст	2
Fakeddit	Суспільство, політика	Текст, зображення, відео	2, 3, 6
LIAR	Політика	Текст	6
FakeNewsNet	Суспільство, політика	Текст, зображення	2
Stanford Fake News	Суспільство	Текст, зображення, відео	2
FA-KES	Політика	Текст	2
BREAKING!	Суспільство, політика	Текст, зображення	2, 3
BuzzFeedNews	Політика	Текст	4
FEVER	Суспільство	Текст	3

Нижче наведений детальний опис кожного з наборів:

- SOT: Як фейкові, так і реальні новини від Reuters; фейкові новини з вебсайтів, які були позначені як ненадійні на PolitiFact та Wikipedia;
- Fakeddit: Англomовний багатомодальний датасет фейкових новин, що включає зображення, коментарі та метадані новин;
- LIAR: Англomовний датасет з 12,836 короткими заявами з політики, зібраними з онлайн-трансляцій та двох соціальних мереж – Twitter та Facebook – з 2007 по 2016 рік;
- Stanford Fake News: Фейкові новини та сатиричні історії, включаючи гіперболічну підтримку або засудження особи, теорії змови, расистські теми та дискредитацію надійних джерел;
- FA-KES: Позначені як фейкові новини щодо конфлікту в Сирії, такі як втрати, діяльність, місця подій та дати;
- BREAKING!: Англomовний датасет, створений з використанням датасетів Stanford Fake News та BS detector. Дані, включаючи новини про вибори президента США 2016 року, були зібрані з веб-сторінок;
- BuzzFeedNews: Англomовний датасет з 2283 статтями про політику, зібраними з Facebook з 2016 по 2017 рік;
- FakeNewsNet: Англomовний датасет з 422 статтями про суспільство та політику, зібраними з онлайн-трансляцій та Twitter;
- FEVER: Англomовний датасет з 185,445 твердженнями про суспільство, зібраними з онлайн-трансляцій.

Оцінка ефективності обраних методів проводиться шляхом аналізу їх застосування на реальних даних. Включається валідація отриманих результатів, порівняння з іншими відомими методами, та аналіз потенційних областей для подальших досліджень та вдосконалення.

Висновки

Сучасні методи використання нейронних мереж у виявленні неправдивої інформації є високоефективними завдяки їх здатності обробляти великі обсяги даних та виявляти складні шаблони. Нейронні мережі демонструють значні успіхи у класифікації та аналізі текстів, що дозволяє виявляти фейкові новини з високою точністю. Однак, ефективність таких систем залежить від якості та обсягу тренувальних даних.

Використання графових нейронних мереж, поведінкових аналізів, та інших інноваційних технологій забезпечує широкі можливості для адаптації систем виявлення під різні вимоги та умови. Це дозволяє розробляти більш гнучкі та ефективні рішення, які можуть працювати у різних контекстах та з різними типами даних.

Важливою перевагою є здатність інтегрувати різні джерела даних та контекстуальну інформацію. Це дозволяє системам не тільки аналізувати текстовий зміст новин, але й враховувати соціальні взаємодії, історію публікацій та інші фактори, що можуть вказувати на неправдивість інформації.

Окремим важливим аспектом неправдивої інформації в інтернеті є зображення та відео, які подаються з хибним трактуванням, або з модифікацією. Здатність майбутньої системи розпізнавати такі випадки значно підвищить ефективність у визначення правдивості інформації.

Попри переваги, існують виклики, такі як високі обчислювальні вимоги та складність інтерпретації результатів. Це вимагає подальшого дослідження та вдосконалення, особливо у сфері покращення алгоритмів та розробки більш ефективних та масштабованих рішень. Крім того, важливим напрямком є розвиток методів раннього виявлення фейкових новин та мінімізація їх впливу на громадську думку.

Список використаних джерел

1. Опитування usaid-internews «Ставлення населення до ЗМІ та споживання різних типів медіа у 2019 р.». Доступ за посиланням: <https://drive.google.com/file/d>

2. Shuzhi Gong, Richard O. Sinnott, Jianzhong Qi, Cecile Paris (Fake News Detection Through Graph-based Neural Networks: A Survey). doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.12639>
3. Huyen Trang Phan, Ngoc Thanh Nguyen, Dosam Hwang, Fake news detection: A survey of graph neural network methods, *Applied Soft Computing*, Volume 139, 2023, 110235, ISSN 1568-4946, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110235>.
4. P. Andriotis and A. Takasu, "Emotional Bots: Content-based Spammer Detection on Social Media," 2018 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS), Hong Kong, China, 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/WIFS.2018.8630760.
5. Weisha Zhang, Jiazhong Lu, Yulin Liu, Xiaojun Liu, "Twitter Bots in Cyber-Physical-Social Systems: Detection and Estimation Based on the SEIR Model", *Security and Communication Networks*, vol. 2023, Article ID 6234030, 9 pages, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/6234030>
6. Sneha Kudugunta, Emilio Ferrara, "Deep Neural Networks for Bot Detection", *Information Sciences*, Volume 467, October 2018, Pages 312-322, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.08.019>

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ПІДТРИМКИ БЕЗПЕЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАПИТІВ В ГЕТЕРОГЕННИХ РОЗПОДІЛЕНИХ НЕРЕЛЯЦІЙНИХ БАЗАХ ДАНИХ

Розподілені нереляційні бази даних, на даний час стали домінуючим інструментом при зберіганні великих масивів даних. Існуючі інформаційні додатки використовують не файлові структури операційних систем, а багатокористувацькі гетерогенні розподілені бази даних, реалізовані на основі технології клієнт-сервер. Тому забезпечення інформаційної безпеки таких баз, і, в першу чергу, їх серверних компонентів набуває першочергового значення.

Для нереляційних баз даних важливі три основні аспекти інформаційної безпеки – конфіденційність, цілісність та доступність. Основна ідея захисту нереляційних баз даних полягає в дотриманні рекомендацій, сформульованих для класу безпеки С2 в "Критеріях оцінки надійних комп'ютерних систем". В принципі, для ряду нереляційних баз даних реалізуються засоби захисту, характерні для класу В1, проте практичне застосування подібних засобів ефективно лише в тому випадку, коли всі компоненти інформаційної структури організації відповідають категорії безпеки В. Необхідно враховувати дві обставини. По-перше, для переважної більшості комерційних організацій клас безпеки С2 достатній. По-друге, більш захищені версії засобів захисту відстають за своїми можливостями від звичайних, і тоді являють собою дещо застарілі (хоча й ретельно перевірені) продукти.

Оскільки системи управління розподіленими нереляційними базами даних є комплексними та повинні підтримувати постійно зростаючий комплекс механізмів обробки даних крос-платформного типу, розширення їх властивостей сприяє виникненню нових вразливостей в системі безпеки. Ці вразливі регулярно відслідковуються фахівцями, які намагаються мінімізувати їх число, при цьому для нейтралізації певних загроз потрібен значний час, і що обумовлює можливість використання даних вразливостей зловмисниками для порушення безпеки баз даних.

Розвиток загроз безпеки щодо існуючої інфраструктури обумовлює необхідність захисту даних в нереляційних базах даних на найнижчому рівні, з використанням механізмів, що можуть з одного боку керувати специфічними для баз даних погрозами, а з іншого – взаємодіяти з внутрішніми легальними користувачами.

В даний час існує широкий спектр механізмів та засобів для забезпечення безпеки обробки даних у розподілених нереляційних базах даних. При цьому, як і для інших додатків, окремі спрямовані кошти не можуть забезпечити повний захист нереляційної бази даних від всіх загроз і порушень. Для підвищення ефективності забезпечення безпеки рекомендується використовувати комплексні засоби, що представляють собою комбінацію різних засобів підтримки безпеки. В доповіді буде представлено опис та порівняльна характеристика різних існуючих та застосовуваних засобів підтримки безпеки розподіленої нереляційної бази даних.

Аутентифікація суб'єктів та контроль доступу

Переваги: встановлюють ролі суб'єктів і їх права, підтримують основний базовий рівень безпеки.

Недоліки: складність підтримки високого рівня безпеки, недостатній гнучкий контроль доступу, вразливості для несанкціонованого отримання прав доступу, недостатній контроль легальних користувачів.

Вбудовані механізми моніторингу активностей в базі даних

Переваги: підтримує механізм детального аналізу активностей в нереляційній базі даних

Недоліки: може негативно впливати на роботу нереляційної бази даних, відсутній поділ обов'язків – його легко відключити та маніпулювати зібраними даними, забезпечує реакцію на події порушення безпеки постфактум, тобто після їх вчинення.

Механізми аналізу вразливостей розподіленої нереляційної бази даних

Переваги: визначаються вразливі місця в конфігурації нереляційної бази даних та проблеми їхньої безпеки.

Недоліки: запускаються періодично (часто не є постійно включеними), не закривають проблеми безпеки нереляційної бази даних, не здатні виявляти перевищення прав суб'єктів.

Засоби криптографічного захисту

Переваги: захищають вразливі дані.

Недоліки: відносна повільна робота та висока вартість використання, додаткові витрати на управління ключем, вплив на продуктивність системи, труднощі в управлінні.

До основних принципи захисту нереляційних баз даних можна віднести захист баз даних, що базується на технології дискреційної безпеки. Базовими елементами для підтримки безпеки баз даних є: ідентифікація і аутентифікація суб'єктів, а також засоби та механізми контролю доступу.

До систем управління базами даних пред'являються вимоги щодо безпеки практично аналогічні тим, що підтримують більшість класичних операційних систем. Проте існує ряд істотних відмінностей в рамках вимог щодо безпеки, оскільки системи управління базами даних особливо сприйнятливі до погроз наступного типу: несанкціонований доступ, модифікація інформації, а також відмова в обслуговуванні.

Виділимо ряд найбільш важливих вимог безпеки для системи управління базами даних: багаторівневий контроль доступу суб'єктів; конфіденційність; надійність; цілісність; живучість.

Відомі два підходи до централізованого управління. У першому підході, так званому розподіленому підході, довірена нереляційна база даних підключається до недовіреної бази даних на сервері. Кожна база даних працює на одному рівні та керує даними на цьому ж рівні. У другому підході до централізованого управління реалізується реплікація даних. У цьому випадку несекретні дані реплікуються в базах даних типу секретна і особливо секретна, а власне секретні дані реплікуються в тільки особливо секретну базу даних. Таким чином, запити користувача відправляються СУБД тільки на рівні користувача, а запит на оновлення надсилається до дубльованої бази даних.

Отже, ми розглянули основні засоби та механізми підтримки безпечної обробки запитів в гетерогенних розподілених нереляційних базах даних.

Список використаних джерел

1. Корнага Я.І., Барабаш А.О. Математична модель моніторингу подій в системі управління розподіленими базами даних на основі сенсорів подій. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології, № 1 (05), 2023. С. 148 – 153.

2. Корнага Я.І., Барабаш А.О. Порівняльний аналіз методів підвищення швидкості пошуку та запису інформації в базах даних. Науковий журнал «Зв'язок», № 6 (160), 2022. С. 32 – 37.

3. Коротков С.С., Барабаш О.В. Проблема семантичних протиріч у великих обсягах даних. Науковий журнал «Зв'язок», № 3 (157), 2022. С. 31 – 34.

4. Михеев Ю.І., Барабаш А.О. Автоматизація процесу розробки спеціального контенту. Науковий журнал «Наукоємні технології». К.: НАУ, 2018. Том. 38. № 2. С. 187 – 194.

5. Вітюк А.Є., Корнага Я.І., Барабаш А.О. Захоплення невідомих об'єктів мобільним роботом із використанням візуальної інформації. Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки». Том 29 (68). № 1. 2018. Частина 1. С. 93 – 98.

6. Shymanskyi M.O., Kornaga Y.I., Barabash A.O. System for Text Localization on Images Using Convolutional Neural Network. East European Scientific Journal, #4 (32), 2018. Part 1. Warsaw, Poland. P. 51 – 55.

д.т.н. Барабаш О.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Тимошенко П.Р. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ПРОБЛЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ПІДТРИМКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ СЕРВЕРІВ В МІКРОСЕРВІСНІЙ АРХІТЕКТУРІ

У контексті мікросервісної архітектури та стратегічного підходу до забезпечення кібербезпеки та конфіденційності даних, проблеми моніторингу, перезавантаження та контролю великої кількості сервісів виявляються основними викликами. Інноваційні підходи та передові технології грають ключову роль у підвищенні ефективності цих процесів, але водночас виникають труднощі у забезпеченні стабільності системи. Особливо важливо вирішити проблеми пов'язані з моніторингом, рестартом та ефективним управлінням великою кількістю сервісів. Додатковим викликом є потреба в значних ресурсах для забезпечення роботи цих сервісів. Велика кількість сервісів може вимагати значних обчислювальних та мережевих ресурсів, що потребує ретельного контролю та оптимізації. Без ефективного управління ресурсами може виникнути проблема нестабільності, зниження продуктивності та збоїв у роботі сервісів.

Ключовою проблемою є виявлення оптимальних стратегій моніторингу, що дозволяють вчасно виявляти можливі несправності та уникати перебоїв у роботі сервісів. Необхідно розробляти ефективні механізми контролю, спроможні оперативно реагувати на зміни в роботі окремих мікросервісів та взаємодіяти з ними. Крім того, питання підтримки життєдіяльності серверів в мікросервісній архітектурі пов'язане з оптимізацією використання ресурсів. Забезпечення необхідної продуктивності та стабільності в умовах зростаючого обсягу мікросервісів вимагає уважного управління ресурсами та розробки ефективних стратегій їхнього розподілу.

Для подолання цих викликів необхідно вжити комплекс, спрямованих на оптимізацію та покращення стабільності системи. Далі наведено список ключових кроків для подолання вище зазначених проблем.

Розробка ефективної системи моніторингу:

- 1) визначення ключових метрик та параметрів для виявлення несправностей та аналізу продуктивності мікросервісів;
- 2) впровадження автоматизованих механізмів спостереження, які надають оперативну інформацію щодо стану кожного сервісу;
- 3) розробка системи сповіщень та автоматичних реакцій на виявлені проблеми.

Оптимізація використання ресурсів:

- 1) проведення аудиту ресурсів для визначення оптимального їхнього розподілу між мікросервісами;
- 2) розробка стратегій автоматичного масштабування, що дозволяє динамічно реагувати на зміни в навантаженні;
- 3) впровадження механізмів керування пам'яттю та обчислювальними ресурсами для уникнення витоків та перевищення лімітів.

Створення централізованої електронної платформи:

- 1) визначення стандартів інтеграції для всіх мікросервісів та підсистем;
- 2) розробка централізованої системи керування конфігураціями та версіями сервісів;
- 3) впровадження механізмів логування та трасування для вивчення взаємодії між сервісами.

Використання веб-технологій для моніторингу:

- 1) розробка інтуїтивно зрозумілих веб-інтерфейсів для моніторингу та адміністрування системи;
- 2) використання веб-технологій для створення панелей управління та звітності щодо ефективності мікросервісів;
- 3) забезпечення безпеки та захисту даних при використанні веб-інтерфейсів.

Навчання та підтримка персоналу:

- 1) проведення навчань для інженерів та адміністраторів щодо коректного використання та розуміння мікросервісної архітектури;
- 2) розробка документації та керівництв з ефективної експлуатації та усунення неполадок;
- 3) забезпечення системи технічною підтримкою та моніторингом якості обслуговування.

Необхідно зазначити, що відповідальність за реалізацію та вдосконалення кроків, таких як навчання та підтримка персоналу, оптимізація використання ресурсів, розробка ефективної системи моніторингу, лежить повністю на компанії-розробниках. Це означає, що фахівці та керівництво цих компаній мають брати на себе ініціативу та приймати конкретні кроки для виконання цих завдань.

При розробці автоматизованої системи моніторингу та перезапуску серверів у мікросервісній архітектурі, було використано передові технології контейнеризації та контролю запущених додатків, такі як Docker та Kubernetes. Продукт інтегрується в систему, що розробляється за допомогою Kubernetes API та виконує моніторинг життєдіяльності додатків в системі, збирає інформацію та при виявленні збоїв в системі, а саме несправностей в роботі окремих сервісів, виконує збір інформації про поломку та перезапуск сервісу.

Продукт з моніторингу та перезапуску сервісів також має такі можливості, як:

- 1) експорт даних моніторингу у формі csv;
- 2) збереження та виведення інформації з полемок, при їх виявленні для всіх та окремих компонентів системи;
- 3) очитка застарілої інформації;
- 4) можливість ручного контролю на компонентами системи.

Таким чином, на даному етапі розвитку інформаційних систем, запропоновано багато різних методів обчислення параметрів функціональної стійкості, які допоможуть надавати рекомендації з побудови надійних серверів в мікросервісній архітектурі. Однак дана проблематика вимагає вдосконалення та розвитку нових підходів, оскільки постійний моніторинг та ефективний перерозподіл навантаження в мікросервісній архітектурі мають суттєве значення в процесі забезпечення за поточних умов в Україні.

Список використаних джерел

1. Собчук В.В., Барабаш О. В., Мусієнко А.П. Основи забезпечення функціональної стійкості інформаційних систем підприємств в умовах впливу дестабілізуючих факторів: монографія. Київ: Міленіум, 2022. 272 с.
2. Mashkov V.A., Barabash O.V. Self-Checking of Modular Systems under Random Performance of Elementary Checks. *Engineering Simulation*. Amsterdam: OPA, 1995. Vol. 12. pp. 433-445.
3. Mukhin V., Zavgorodnii V., Barabash O., Mykolaichuk R., Kornaga Y., Zavgorodnya A., Statkevych V. Method of Restoring Parameters of Information Objects in a Unified Information Space Based on Computer Networks. *International Journal of Computer Network and Information Security, IJCNIS*, 2020. Vol. 12, No. 2, Apr. 2020. P. 11 – 21.
4. Barabash O., Tverdenko H., Sobchuk V., Musienko A., Lukova-Chuiko N. The Assessment of the Quality of Functional Stability of the Automated Control System with Hierarchic Structure. 2020 IEEE 2nd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC 2020). Conference Proceedings. 05-09 October, 2020, Kyiv, Ukraine. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. P. 158 – 161.
5. Hu Z., Mukhin V., Kornaga Y., Barabash O., Herasymenko O. Analytical Assessment of Security Level of Distributed and Scalable Computer Systems. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 2016. Vol. 8. No. 12. Hong Kong: MECS Publisher, 2016. P. 57 – 64.

ВПЛИВ КАСКАДНИХ ЕФЕКТІВ НА РОБОТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

З розвитком і впровадженням технологій у різних сферах діяльності людини зростає складність моделювання, дослідження властивостей систем – збільшується кількість об'єктів і логіка їх взаємодії стає більш комплексною. В залежності від складності і застосування системи зростають наслідки можливої помилки (природної, технічної, технологічної, помилки, внаслідок дії людського фактора), яка може тимчасово, частково або повністю вивести об'єкт чи всю систему із ладу у випадку виникнення надзвичайної ситуації. Безперебійна робота критичної інфраструктури є важливою складовою національної безпеки країни, функціонування населених пунктів (життєдіяльності людей), промисловості, логістики, соціальної сфери та інших об'єктів. Законом України «Про критичну інфраструктуру» [1] визначено поняття критичної інфраструктури та її об'єктів, а саме:

- критична інфраструктура - сукупність об'єктів критичної інфраструктури;
- об'єкти критичної інфраструктури - об'єкти інфраструктури, системи, їх частини та їх сукупність, які є важливими для економіки, національної безпеки та оборони, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам.

Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється за сукупністю критеріїв, що визначають їх соціальну, політичну, економічну, екологічну значущість для забезпечення оборони країни, безпеки громадян, суспільства, держави і правопорядку, зокрема для реалізації життєво важливих функцій та надання життєво важливих послуг, свідчать про існування загроз для них, можливість виникнення кризових ситуацій через несанкціоноване втручання в їх функціонування, припинення функціонування, людський фактор чи природні лиха, тривалість робіт для усунення таких наслідків до повного відновлення штатного режиму.

Об'єкти критичної інфраструктури утворюють взаємозалежні мережі, які є чутливими до збоїв, цілеспрямованих атак. Тобто збій невеликої частини компонентів в одній мережі може викликати каскадний ефект у інших взаємозалежних мережах. Як наслідок може бути спричинено ланцюг небезпечних подій, які в результаті можуть спричинити руйнування інфраструктури, виникнення небезпечних наслідків для суспільства. Тому розробка та вдосконалення методів, підходів для аналізу каскадних ефектів є важливою для зменшення наслідків небезпечних подій на роботу критичної інфраструктури.

Одним із важливих кроків для аналізу вразливості критичної інфраструктури є визначення залежності та взаємозалежності з іншими системами. Залежність [2] - зв'язок між інфраструктурами, за допомогою якого стан однієї інфраструктури впливає або співвідноситься зі станом іншої. Взаємозалежність [2] - двонаправлений зв'язок між двома інфраструктурами, за допомогою якого стан кожної інфраструктури впливає або корелюється зі станом іншої. Тобто кожна з двох інфраструктур залежить від іншої. У роботі [2] виділено наступні типи взаємозалежностей:

- фізичний: стан однієї інфраструктурної системи залежить від матеріальних результатів іншої інфраструктурної системи. Наприклад, збій енергосистем впливає на регулювання транспорту в населених пунктах – не працюють світлофори, утворюються затори;

- кібернетичний: стан однієї інфраструктурної системи залежить від інформації, що передається через інформаційну інфраструктуру. Наприклад, відсутність електроенергії призводить до перебоїв зв'язку, що впливає на комунікацію між інженерами енергосистеми для координації роботи системи;

- географічний: локальна екологічна подія може спричинити зміни стану в усіх інфраструктурах. Наприклад, при виникненні повені можуть бути пошкоджені лінії електропередачі, вишки зв'язку;

– логічний: стан однієї системи інфраструктури залежить від стану інших через механізм, який не є фізичним, кібернетичним або географічним. Наприклад, при тимчасовому закритті станцій метро зростає навантаження на маршрутний транспорт, звантаженість доріг.

З урахуванням складності виявлення залежності та взаємозалежності критичних інфраструктур доцільно здійснити комп'ютерне моделювання поведінки, взаємодії об'єктів системи з метою побудови різних сценаріїв розвитку подій каскадних ефектів. Для моделювання поведінки критичної інфраструктури і визначення ризиків використовуються різні підходи. У роботі [3] існуючі підходи до моделювання та симуляції класифіковано в шість типів:

- емпіричні підходи;
- підходи на основі агентів;
- підходи на основі системної динаміки;
- підходи на основі економічної теорії;
- підходи на основі мережі;
- інші.

Серед описаних підходів часто використовуються підходи описані далі.

Емпіричні підходи. Аналіз залежності виконується на основі даних про ситуації, які створили помилки в системі за попередні періоди. За допомогою емпіричного підходу можливо визначити шаблони помилок, показники залежності / взаємозалежності, ризики та створити рішення для їх мінімізації. Недоліком підходу є залежність від вхідних даних і експертних оцінок: недостатній розмір, якість даних може призвести до похибки в результатах аналізу; немає можливості прогнозування за межами вхідних даних експерименту.

Підходи на основі мереж. Інфраструктури описується за допомогою графів, де вершини – різні об'єкти системи, а дуги - зв'язок між ними. За допомогою алгоритмів теорії графів досліджуються властивості мережі: вразливість, можливість виникнення каскадних ефектів, наслідки, можливі рішення для їх усунення. За допомогою графу легко візуалізувати невелику мережу, яка буде зручною для сприйняття людини. При збільшенні кількості вершин і дуг в графі зростає складність обчислень, об'єм пам'яті для зберігання структури, візуалізація результатів, перевірка коректності роботи алгоритму.

Підходи на основі агентів. Об'єкт критичної інфраструктури представлений як агент, має набір характеристик, правил взаємодії з іншими агентами та оточенням аналогічно до реального прототипу. Моделювання поведінки та взаємодія агентів системи у пов'язаних критичних інфраструктурах надає можливість провести сценарний аналіз «що-якщо» та оцінку ефективності різних стратегій управління. Проте цей підхід має недоліки: якість моделювання залежить від припущень щодо поведінки агентів; нелегко масштабується, потрібно великі обчислювальні ресурсів для моделювання великої кількості агентів.

Для моделювання та аналізу характеристик критичної інфраструктури використовуються наступні програмні системи:

– CIDA (Critical Infrastructure Dependency Analysis tool). Використовується для моделювання сценаріїв, аналізу ризиків, дослідження каскадних ефектів в критичній інфраструктурі: аналіз залежності критичної інфраструктури [4]; зниження ризику в графі взаємозалежних критичних інфраструктур на основі аналізу центральності графів [5]. Можливі стратегії зменшення ризику впроваджуються алгоритмічно, потім вони оцінюються емпірично за допомогою моделювання;

– CIMS (Critical Infrastructure Modeling System). Інструмент розроблений на основі агентів для аналізу каскадних ефектів і наслідків, пов'язаних критичних інфраструктур. Фреймворк має наступний функціонал: моделювання та візуалізація взаємозалежностей; побудова моделі інфраструктури за допомогою зображень; моделювання рухомих об'єктів; працює на різних платформах [6].

Оскільки при збільшенні складності моделі існуючі підходи потребують збільшення кількості ресурсів та часу моделювання для виявлення вразливих об'єктів, особливо каскадних ефектів, які мають найбільший негативний вплив на систему, що не є прийнятним в умовах

стислого прийняття рішень, тому розробка покращених методів, які дають можливість оперативно здійснити моделювання, є актуальною задачею. Вирішення поставленої задачі допоможе пришвидшити моделювання системи для побудови сценаріїв і оперативніше на основі результатів моделювання прийняти рішення для зменшення негативних впливів ймовірних надзвичайних ситуацій та наслідків.

Отже, у сучасній життєдіяльності суспільства надзвичайно важливим є забезпечення стійкості критичної інфраструктури до передбачуваних і непередбачуваних подій. При моделюванні застосовуються різні підходи, але вони мають переваги та недоліки. Тому розробка збалансованого рішення для зменшення недоліків існуючих методів допоможе покращити процес прийняття рішень для зменшення впливу проблемних ситуацій.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про критичну інфраструктуру». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
2. Rinalidi SM, Peerenboom JP, Kelly T. Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control System Magazine* 2001:11–25.
3. M. Ouyang, “Review on modeling and simulation of interdependent critical infrastructure systems,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 121, pp. 43–60, 2014.
4. George Stergiopoulos, Panayiotis Kotzanikolaou, Marianthi Theocharidou, Georgia Lykou, Dimitris Gritzalis, “Time-based critical infrastructure dependency analysis for large-scale and cross-sectoral failures”, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 12, March 2016, Pages 46-60.
5. George Stergiopoulos, Panayiotis Kotzanikolaou, Marianthi Theocharidou, Dimitris Gritzalis, “Risk mitigation strategies for critical infrastructures based on graph centrality analysis”, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 10, September 2015, Pages 34-44.
6. Dudenhoefter DD, Permann MR, Manic M. CIMS: a framework for infrastructure interdependency modeling and analysis. In: *Proceedings of the 2006 winter simulation conference*. In: Perrone LF, Wieland FP, Liu J, Lawson BG, Nicol DM, Fujimoto RM, editors; 2006, p. 478–485.
7. О Ковал, V Kuzminykh, S Otrokh. Refining the typical scenarios by additional factors - Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. Кам'янець-Подільськ, 2019. Вип. 20. с. 68-78.
8. Koval O, Kuzminykh V, Melnyk U, Otrokh S. Evaluating the Quality of Modeling the Scenario of Information Analysis on a Branched Network. *Сучасний захист інформації*. Київ, 2019. № 3(39). с. 70-76.
9. L. Globa, R. Novogradska, and O. Koval. “The Approach to Users Tasks Simplification on Engineering Knowledge Portals”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 889, pp. 150–158, 2019. https://www.researchgate.net/publication/329606276_The_Approach_to_Users_Tasks_Simplification_on_Engineering_Knowledge_Portals
10. O. Koval, V. Kuzminykh, S. Otrokh, and V. Kravchenko. “Optimization of Scenarios for Collecting Information Streaming Wide-Area Network”, *3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*, 2-6 July, 2019, Lviv. 2019, pp. 213–215. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8847832/metrics#metrics>
11. Додонов О.Г., Сенченко В.Р., Коваль О.В. Аналітика й знання в комп'ютерних системах. Монографія. Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2020, 315 с.

д.т.н. Коваль О.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Дембіцький В.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ СУДЕН З ПООДИНОКИХ ДОННИХ СЕЙСМІЧНИХ ТА ГІДРОАКУСТИЧНИХ СТАНЦІЙ

Донні сейсмометри можуть бути використані як пасивні гідролокатори для автоматичного виявлення, локалізації та відстеження рухомих акустичних джерел на поверхні океану. Одностанційні методи, засновані на напрямку приходу і багатопроменевих вимірюваннях інтерференції, здатні обробляти безперервні нестабільні сигнали, що випромінюються суднами. Для впевненості у цьому нам потрібно провести перевірку та оцінку методів обробки сигналів.

Байєсівський підхід. Це надійний математичний апарат використовує інформацію, яку передають відкриті спостереження, на основі статистичних апріорних знань, отриманих з фізичних міркувань. Метод полягає в тому, щоб оцінити найбільш ймовірний стан (положення, швидкість і т.д.) не більше одного корабля в деякій області спостереження. Випадок, коли жоден корабель не присутній називається станом нульового простору.

Азимутальне виявлення та локалізація. Оцінка здійснюється за допомогою трикомпонентного сейсмологічного датчика, вбудованого в донні сейсмометри. Сейсмометр дозволяє вимірювати напрямок приходу (як по горизонталі, так і по вертикалі) вхідних хвиль, порівнюючи амплітуду трьох різних компонентів. Таке вимірювання є точним лише тоді, коли відношення сигнал/шум є достатньо високим, інакше вимірюваний кут може бути спотворений фоновим шумом або сигналами вторинних джерел.

Радіальне виявлення та локалізація. Багатопроменеве поширення акустичних хвиль в океані з різною кількістю віддзеркалень від дна та поверхні океану може бути використане для обмеження відстані між джерелом (судном) та приймачем. Оскільки шум судна є безперервним, виділення фазових надходжень у часовій області є неможливим. Натомість аналіз перешкод, спричинених багатопроменевим поширенням, можна виконати в частотній області.

Часова сегментація. Одночасне азимутальне та радіальне виявлення необхідне для визначення місцезнаходження судна в даний момент часу. Оскільки будь-який з них може вийти з ладу на певних часових кроках, це призводить до неоптимального підходу зі зменшеною кількістю повних виявлень. Крім того, проблема інтерференційної асоціації лише частково вирішується за допомогою радіального детектора. З цих причин для реконструкції шляху судна існує інша стратегія, яка намагається знайти безперервність протягом більш тривалого періоду часу. В результаті спочатку будується мета-детектор, здатний виконувати часову сегментацію даних, пов'язаних з присутністю унікального судна, а потім знаходиться оптимальний прямолінійний трек в межах цього часового вікна.

Оцінка траєкторії. Після виконання часової сегментації остаточне рішення траєкторії судна полягає у знаходженні загального співвідношення максимально апостеріорної ймовірності на всьому часовому відрізку. На цьому етапі задача є достатньо простою, щоб виконати оптимізацію методом перебору по сітці.

Список використаних джерел

1. Додонов О.Г., Сенченко В.Р., Коваль О.В. Аналітика й знання в комп'ютерних системах. Монографія. Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2020, 315 с.
2. Koval O, Kuzminykh V, Melnyk U, Otroh S. Evaluating the Quality of Modeling the Scenario of Information Analysis on a Branched Network. Сучасний захист інформації. Київ, 2019. № 3(39). с. 70-76.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Литвинов О.Р. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ІНФОРМАЦІЙНЕ СХОВИЩЕ ДЛЯ КАФЕДРИ: ОПТИМІЗАЦІЯ ДАНИХ ТА УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ ПОТОКАМИ

Сучасний розвиток технологій обумовлює необхідність постійного удосконалення систем управління даними на кафедрах. Великий обсяг інформації, що постійно надходить та обробляється, вимагає ефективних інструментів зберігання, доступу та аналізу. Крім того, вимоги до безпеки даних, їх інтеграції з іншими системами та потреби різних користувачів роблять актуальною тему оптимізації інформаційних сховищ на кафедрах.

Запровадження нових підходів до зберігання даних та їх обробки на кафедрах може допомогти не лише підвищити продуктивність та ефективність внутрішніх процесів, але й створити базу для більшої науково-дослідницької роботи. Нові рішення у цій області можуть сприяти удосконаленню педагогічного процесу, а також взаємодії між кафедрами та іншими відділами університету, що сприятиме загальному розвитку освітнього середовища.

Метою роботи є створення інформаційного сховища для кафедри, що забезпечить зручний доступ та управління інформаційними ресурсами. Ми прагнемо оптимізувати процеси зберігання та обробки даних, щоб забезпечити ефективну роботу та максимальне використання інформаційних ресурсів кафедри.

Емпірична база дослідження для цієї роботи включала широкий спектр джерел та технологій, що сприяли якісному аналізу і підтримці використання технічних рішень:

- навчальна література та наукові роботи: Використання академічних джерел і дослідницьких публікацій з питань інформаційних технологій, баз даних, а також сучасних технологій веб-розробки для підтримки обґрунтування вибору та аналізу використаних методів;

- офіційна документація та онлайн ресурси: Використання офіційної документації від виробників програмних засобів (наприклад, Django, PostgreSQL) та онлайн-ресурсів (статей, форумів), де можна знайти поради та відповіді на практичні питання щодо розробки та імплементації;

- емпіричні дані проекту: Використання даних з попередніх досліджень, тестувань та розробок унікальних аспектів системи зберігання довідників;

- досвід керівника проекту та консультації: Здобуття порад та консультацій від досвідчених фахівців у сфері розробки програмного забезпечення та адміністрування баз даних;

- аналіз альтернативних рішень: Оцінка доступних технологій, фреймворків та інструментів, які могли б використовуватися для створення системи зберігання довідників;

- реальні дані з тестування: Використання вхідних даних, які проходили через розроблену систему, для тестування її функціональності, продуктивності та безпеки.

Використання цих джерел дало можливість структурувати роботу, забезпечивши її наукову та технічну підґрунтя. Такий підхід сприяв аналізу, оцінці та розробці оптимальних технічних рішень для інформаційного сховища кафедри.

Основні задачі та підходи до вирішення

Завдання які ставились і були вирішені наступні:

- розробка системи, яка ефективно зберігає та організовує інформацію про кафедру;
- створення інструментів для швидкого доступу до даних та управління інформаційними потоками для різних користувачів.

- удосконалення інтегрованого сховища даних для кафедри сприятиме оптимізації процесів зберігання, аналізу та обміну інформацією;

- використання PostgreSQL як бази даних у сполученні з Django підвищить ефективність та доступність даних для кафедрального персоналу;

- інтеграція адміністративної панелі Django для управління даними забезпечить зручний інтерфейс для кафедральних адміністраторів;
- розробка REST API з використанням Django Rest Framework дозволить ефективно взаємодіяти з базою даних для внутрішніх процесів кафедри;
- забезпечення системи засобами авторизації і автентифікації збільшить рівень безпеки доступу до даних кафедри;
- використання Docker для створення контейнерів спростило процес розгортання та управління інформаційними ресурсами;
- реалізація NoSQL бази даних, наприклад, MongoDB, дозволить зберігати та обробляти невеликі та швидко змінювані дані кафедри [1];
- розробка алгоритмів та загальних правил обробки для автоматизації процесу зберігання та аналізу даних кафедри сприятиме ефективному використанню інформації;
- впровадження механізмів резервного копіювання даних забезпечить безпеку і надійність інформаційного сховища кафедри;
- Django використовує ORM для зіставлення об'єктів з різними таблицями баз даних, дозволяючи однаково працювати з різними БД та спрощуючи процес переходу від однієї до іншої;
- Django взаємодіє з різними типами БД, зокрема PostgreSQL, MySQL, SQLite і Oracle, що робить його відмінним вибором для розробки, оскільки пропонує гнучкість у виборі підходящої системи;
- Django дозволяє швидко створювати динамічні та багатофункціональні додатки, оскільки програмісти можуть уникнути повторювання коду, зосереджуючись на функціональності системи;
- використання Django допомагає оптимізувати роботу розробників та зменшити час на написання коду, що забезпечує ефективність та економію ресурсів при створенні веб-додатків;
- Django надає уніфіковану структуру проекту, що полегшує спільну роботу розробників та підтримку проекту незалежно від вибраної бази даних;
- можливість керувати процесом серіалізації та робота зі значеннями за замовчуванням дають більший контроль над обробкою інформації.

Серіалізація в Django

Схема конвертації (рисунок 1) в різні формати за допомогою Serializer в фреймворці Django демонструє потужність і гнучкість цього інструменту. Serializer у Django використовується для перетворення об'єктів Python у різні формати, такі як JSON, XML тощо. Він надає зручний спосіб взаємодії з даними, забезпечуючи можливість читати та записувати дані у відомих форматах [2].

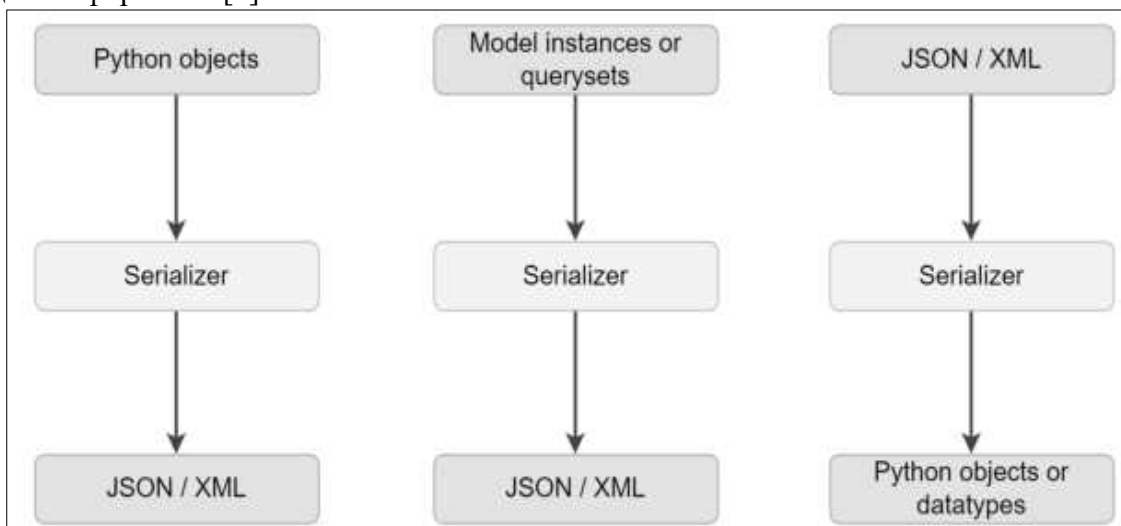


Рисунок 1 - Схема конвертації в різні формати за допомогою Serializer

Стандартні серіалайзери у Django, такі як JSON та XML, дозволяють легко перетворювати об'єкти у ці формати для подальшого використання та обміну даними між різними додатками. Вони забезпечують стандартизований спосіб взаємодії з даними, що дозволяє зберігати та передавати інформацію у зручному форматі [3].

Однак, основна перевага Serializer в Django полягає у можливості створювати власні серіалайзери. Це дозволяє читати та записувати дані в різноманітні формати, такі як doc, Excel або PPTX. Власні серіалайзери дають можливість гнучко пристосовувати взаємодію з даними до конкретних потреб проекту, розширюючи можливості обробки різноманітної інформації.

Структура системи

Структуру та компоненти Системи «Інформаційне сховище для кафедри» (рисунок 2) використовує низку ефективних технологій.

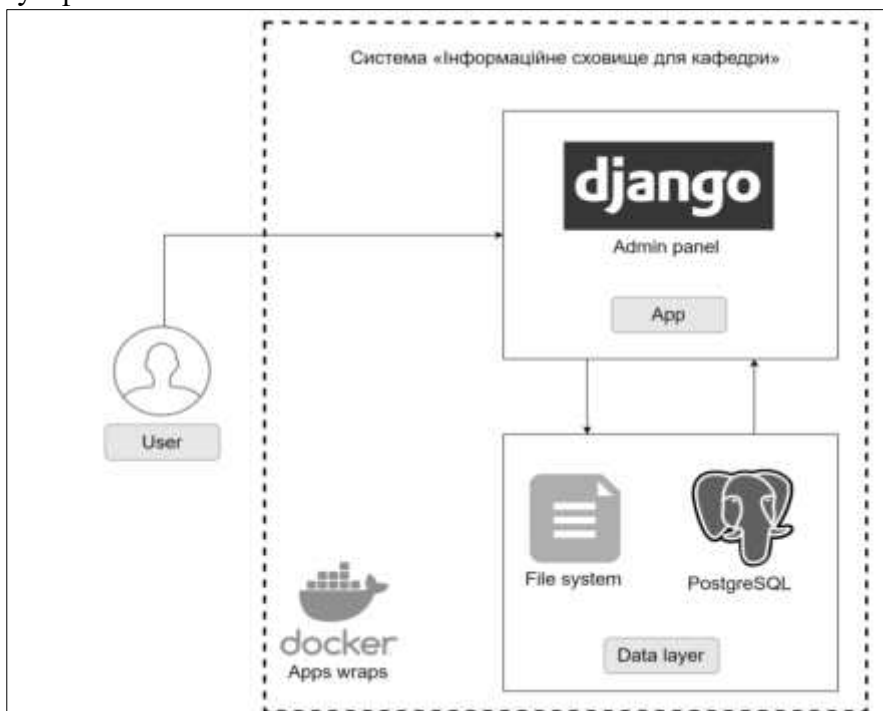


Рисунок 2 - Система «Інформаційне сховище для кафедри»

На першому рівні центрально розміщений Docker, що забезпечує контейнеризацію і управління ізольованими середовищами.

На другому рівні розташована Django Admin Panel, що є вбудованим інструментом у Django Framework для зручного управління базою даних.

Третій рівень позначений PostgreSQL, який є потужною та надійною системою управління базами даних. Також на цьому рівні вказано файлову систему, що використовується для зберігання та обробки додаткової інформації, такої як файли, документи, архіви тощо.

Зліва зображено користувача, який взаємодіє з системою, використовуючи її функціонал.

Така структура є простою та гнучкою, при цьому з можливістю масштабування, оскільки Docker дозволяє розгортати компоненти окремо, забезпечуючи просте управління та легкість масштабування. Django Admin Panel надає інтуїтивний інтерфейс для керування базою даних, що робить процес адміністрування зручним та ефективним. Використання PostgreSQL забезпечує надійність управління даними, а Docker допомагає зберігати систему незалежною та стабільною. Файлова система дозволяє зберігати та обробляти різноманітні дані, роблячи їх доступними для користувачів. Ця комплексна система забезпечує високий рівень ефективності та можливості швидко реагувати на потреби користувачів і зміни в середовищі [4].

Оптимізація ORM запитів

Проста функція, що повертає останній активний елемент (рисунок 3) на перший погляд виглядає безпечно, але виконавши профайлінг, бачимо що запити SQL у деяких випадках займали більше 400 мс. За замовчуванням вже маємо індекси як на поле title, так і на last_updated, тому проблема має бути в чомусь більш глибокому.

```
def get_most_recently_updated_item(self, title):  
    return Item.objects.filter(Q(title__iexact=title)).order_by('-  
last_updated').first()
```

Рисунок 3 - Проста функція, що повертає останній активний елемент

Сам запит можна отримати SQL через Django-debug-toolbar або Silk. Після отримання запиту можна запустити його у psql. Додавши EXPLAIN на початок, ми побачимо, як PostgreSQL намагається виконати запит. Він використовує наш індекс last_updated, але все ще повільно.

Вирішення полягає в створенні індексу для цього конкретного випадку. Нам потрібен індекс, який працює як з нашим полем для сортування, так і з ігноруванням регістру в полі title. Приблизно 50% last_updated є null — рештки з попереднього використання [2, 5]. Можна покращити індекс, використавши DESC NULLS LAST (рисунок 4).

```
CREATE INDEX core_item_upper_last_updated_idx ON core_item (upper(title),  
last_updated DESC NULLS LAST);
```

Рисунок 4 - Використання DESC NULLS LAST

Метод для отримання останнього елементу буде виглядати так, як показано на рисунку 5.

```
def get_most_recently_updated_item(self, title):  
    return Item.objects.filter(Q(title__iexact=title))  
    .order_by(F('last_updated').desc(nulls_last=True)).first()
```

Рисунок 5 - Метод для отримання останнього елементу

Ці зміни дозволили знизити час запиту з понад 400 мс до 4 мс (рисунок 6).

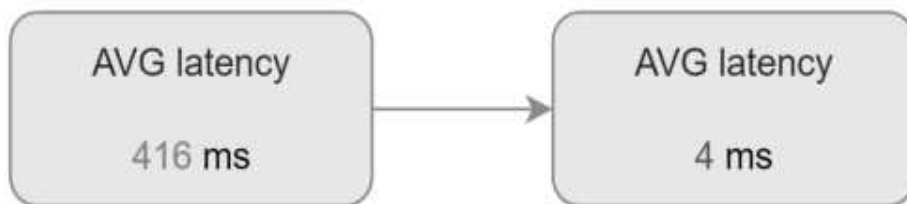


Рисунок 6 - Результати проведеного моделювання

Висновки

1. Впровадження нових підходів до зберігання та обробки даних на кафедрах виявляє потенціал для підвищення ефективності та продуктивності внутрішніх процесів. Ці зміни не лише сприяють оптимізації навчального процесу та взаємодії між відділами університету, але й створюють підґрунтя для більшої науково-дослідницької активності. Це сприятиме загальному розвитку освітнього середовища та сприятиме розвитку педагогічної діяльності.

2. Метою створення інформаційного сховища для кафедри є забезпечення зручного доступу та ефективного управління інформаційними ресурсами. Підвищення якості зберігання та обробки даних на основі нових технологій дозволить досягти ефективної роботи та максимального використання інформаційних ресурсів кафедри.

Список використаних джерел

1. Sabchuk M. large sets of data into a Postgres database using Python/Django. medium.com. URL: <https://michelts.medium.com/load-large-sets-of-data-into-a-postgres-database-using-python-django-7137a59582a2>.

2. Sahu R. How to use Serializer Effectively in Django. medium.com. URL: <https://medium.com/finimize-engineering/postgresql-performance-tuning-in-django-c8dd508d0ff6> (date of access: 13.12.2023).

3. Serializers - Django REST framework. www.django-rest-framework.org. URL: <https://www.django-rest-framework.org/api-guide/serializers/> (date of access: 13.12.2023).

4. Vincent W. S. REST APIs with Django: Build powerful web APIs with Python and Django. Independently published, 2018. 197 p.

5. Dalton M. Reducing postgresQL queries response time in Django. medium.com. URL: <https://medium.com/finimize-engineering/postgresql-performance-tuning-in-django-c8dd508d0ff6> (date of access: 13.12.2023).

6. Кросплатформна розробка мобільних застосунків [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення / О.Л. Недашківський, І.І. Гусева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 11,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 221 с.

7. Бакалаврська кваліфікаційна робота. Організація виконання і захисту, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо – професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Коваль О. В., Недашківський О. Л., Федорова Н. В., Гусева І. І., Мінералова В. О. Електронні текстові дані (1 файл: 781,44 Кбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 39 с.

8. Магістерська дисертація: Організація виконання і захисту, вимоги до структури, змісту та оформлення [Текст]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньо - науковою програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» / укладачі: О.В. Коваль, Н.В. Федорова, І.І. Гусева, М.О. Ковальов, В.О. Мінералова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 730 кбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 42 с.

9. Моделі та засоби управління ІТ-проектами. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Кузьмініх, О.В. Коваль, Р.А. Тараненко. Електронні текстові дані (1 файл:10,1 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 258 с.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Передера В.Р. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

РОЗРОБКА КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ ВЕБ-ДОДАТКУ КАБІНЕТУ КАФЕДРИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ОПИСУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НАВЧАННЯ В АСПРАНТУРІ

Дослідження і результати були отримані в ході виконання роботи за темою магістерської дисертації «Методи та моделі опису предметної області та бізнес-процесів на прикладі навчання в аспірантурі» Передера В.Р.

В епоху інтернету з'являється чимало нових веб-сервісів та додатків, якими щодня користуються сотні людей. Важливо, щоб інтерфейс систем був інтуїтивно зрозумілий та зручний для користувачів.

Розробка користувацького інтерфейсу повинна повністю відповідати чинному законодавству [1] та складатися з декількох етапів, на кожному з яких контролюється та тестується зручність системи та її відповідність до загальних практик покращення користувацького досвіду на основі принципів MaterialUI [2]. При розробці інтерфейсу також враховується потенційна аудиторія користувачів щоб більш точно визначити прийоми та засоби, якими досягається зрозумілість функціоналу систем. Веб-додаток аспіранта кафедри орієнтується на використання студентами та науковими керівниками при проведенні досліджень та написанні наукових робіт.

На основі отриманих даних та вивчених матеріалів були побудовані детальні моделі бізнес-процесів з візуалізацією в Lucid [3]. А на основі ретельно побудованих моделей бізнес-процесів за допомогою додатку Figma [4] був розроблений користувацький інтерфейс для аспірантів та наукових керівників.

Інтерфейс враховує найкращі практики розробки систем та є гнучким, щоб відповідати потребам будь-якого наукового плану. Його структура дозволяє адаптуватися до різних сценаріїв використання та надає користувачам зручні та ефективні інструменти для проведення досліджень та навчання в аспірантурі.

Розглянемо створені моделі на основі яких буде будуватись користувацький інтерфейс (Рисунок1). Не дивлячись на те що система орієнтована в більшій мірі на студентів та керівників, вона має ще декілька ролей користувачів, що дотичні до створення наукової роботи або навчання в аспірантурі в цілому. Це можуть бути ролі завідувача кафедри, адміністратора системи, викладача та інші. Різні ролі користувачів надають окремий доступ до функціоналу системи, тому перш за все потрібно розробити модуль авторизації, що буде розділяти можливості користувачів у веб-додатку.

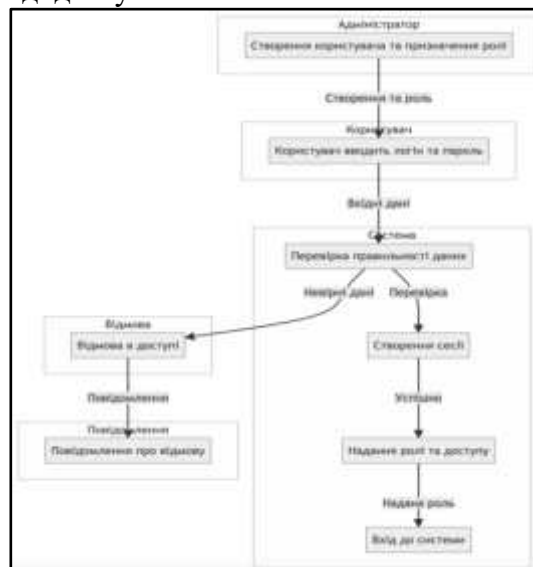


Рисунок 1 - Модель бізнес-процесу реєстрації та авторизації

Як можна побачити з рисунку 1, всі користувачі мають проходити процес реєстрації та авторизації в системі. Система передбачає, що адміністратор надає роль кожному користувачу, тому інтерфейс реєстрації в цьому веб-додатку не розробляється. На основі моделі бізнес-процесу реєстрації та авторизації був побудований інтерфейс авторизації користувачів (рисунок 2).



Рисунок 2 – Інтерфейс авторизації

Тепер розглянемо можливості користувачів в системі відповідно до наданої адміністратором ролі (таблиця 1).

Таблиця 1 - Основні можливості користувачів в системі

Роль	Можливості
Викладач	Перегляд профілю аспірантів, які вивчаються під їх керівництвом, перегляд академічних досягнень своїх аспірантів, виставлення та оцінювання завдань та лекцій для аспірантів, обговорення та обмін повідомленнями з аспірантами, завантаження та редагування навчального матеріалу.
Аспірант	Перегляд свого профілю та особистої інформації, перегляд розкладу та завдань, які надаються викладачами, відправлення завдань та лекцій для оцінки викладачам, обговорення та обмін повідомленнями з викладачами та іншими аспірантами, доступ до бібліотеки навчального матеріалу.
Завідувач кафедри	Моніторинг академічної активності викладачів та аспірантів на кафедрі, затвердження курсів та навчальних планів.
Адміністратор	Управління доступом та ролями користувачів в системі, моніторинг та підтримка технічного функціонування системи, забезпечення безпеки та конфіденційності даних, резервне копіювання та відновлення даних, вирішення технічних питань та надання підтримки користувачам.

Відповідно до ролей та можливостей в системі було розроблено моделі бізнес-процесів. Розглянемо ще дві моделі бізнес-процесів без яких неможливе навчання в аспірантурі: процес створення, перевірки та оцінювання задач та опис функціоналу для роботи над науковою дисертацією (Рисунок 3).

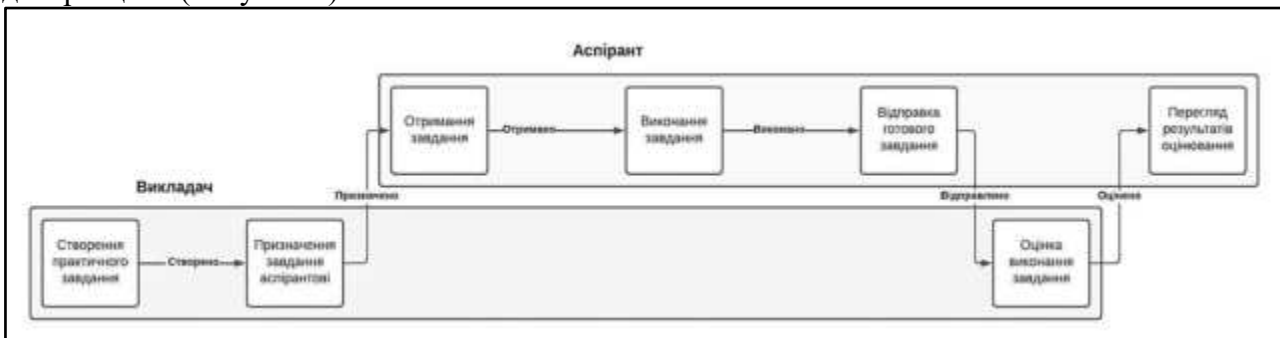


Рисунок 3 - Модель бізнес-процесу створення та перевірки завдань

Бізнес-модель створення та здачі практичних завдань (рисунок 3) ілюструє оптимальний порядок подій та взаємодій у такому процесі. Вона може бути використана як основа для розробки функціональності кабінету аспіранта, де викладачі зможуть створювати завдання, призначати їх студентам (аспірантам), а останні зможуть виконувати завдання та взаємодіяти з викладачами.



Рисунок 4 - Бізнес-модель опису функціоналу для роботи над науковою дисертацією

Запропонована модель (рисунок 4) може включати створення наукових завдань, їх призначення, взаємодію щодо обговорення та затвердження планів досліджень, а також відстеження прогресу та оцінку результатів. Також інші учасники системи мають можливість переглядати прогрес наукової роботи та залишати коментарі.

Після визначення робочих потреб аспірантів при написанні робіт та створення моделей бізнес-процесів було створено інтерфейс користувача для веб-додатку аспіранта кафедри, керуючись бізнес-моделями, визначеними для наукового процесу. Він орієнтується на забезпечення зручного та ефективного використання, враховуючи основні робочі потреби користувачів. Інтерфейс відрізняється відповідно до ролі користувача в системі, наприклад студент може завантажити виконане завдання, а викладач оцінити його та залишити коментарі. Розробка інтерфейсу спрямована на забезпечення доступу до необхідних функцій відповідно до наукового плану, а також враховує потреби адміністраторів системи.

Розглянемо створений користувацький інтерфейс для роботи над науковою роботою аспіранта (рисунок 5).

З рисунку 5 видно, як виглядає сторінка "Персональний план" для аспіранта після авторизації. Зручне меню навігації знаходиться зліва, де аспірант може швидко переходити між різними розділами системи. Справа відведено місце безпосередньо для роботи над науковою роботою.

Щоб відслідковувати терміни етапів виконання, розміщено прогрес-бар, який інформує аспіранта про поточний стан роботи. Система також надає можливість здійснювати пошук завдань або коментарів, а також застосовувати фільтри за роками для швидкого доступу до

необхідної інформації. Важливою функцією є можливість завантаження файлів для перевірки іншими учасниками системи. Кожне завдання має свій термін виконання та здачі, а також обов'язково повинно бути прийняте іншими користувачами системи. Інтерфейс передбачає чітке відображення терміну, статусу виконання та можливих коментарів.

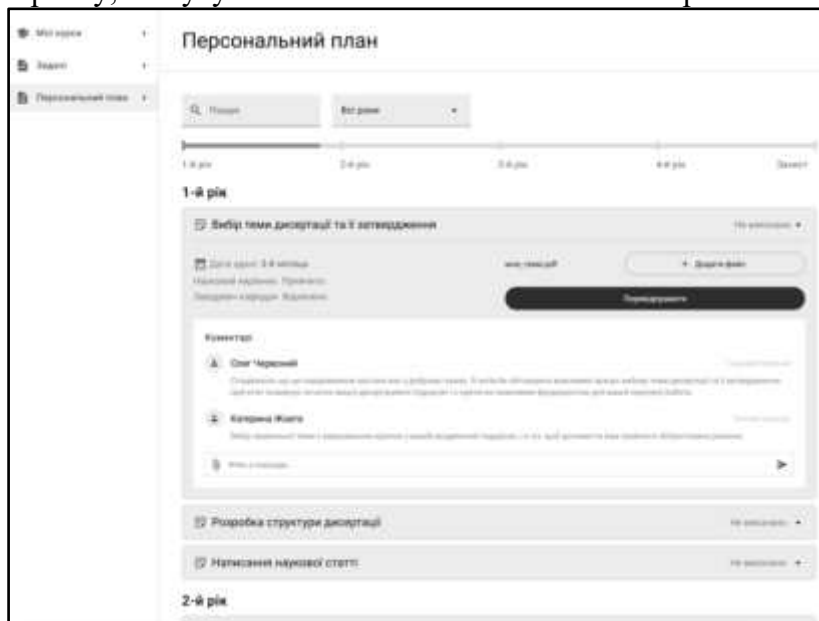


Рисунок 5 - Вигляд сторінки “Персональний план” з боку аспіранта

Структура сторінки може бути налаштована під будь-який навчальний план, і для кожного завдання надається можливість налаштування вимог, термінів та учасників системи, які мають підтвердити виконання завдання через свій кабінет.

Висновки

В процесі дослідження робочих потреб аспірантів було ретельно проаналізовано їхні вимоги та очікування від веб-додатку кафедри. Це дозволило точно визначити необхідні можливості користувачів, враховуючи їхні основні завдання та вимоги до наукового процесу.

На основі отриманих даних та вивчених матеріалів були побудовані детальні моделі бізнес-процесів з візуалізацією в Lucid, які описують навчання в аспірантурі для кожної окремої ролі. Ці моделі дозволили зрозуміти взаємодію різних учасників системи та визначити ключові етапи та вимоги для кожної сторони.

На основі ретельно побудованих моделей бізнес-процесів за допомогою додатку Figma був розроблений користувацький інтерфейс для аспірантів та наукових керівників. Інтерфейс враховує найкращі практики розробки систем та є гнучким, щоб відповідати потребам будь-якого наукового плану. Його структура дозволяє адаптуватися до різних сценаріїв використання та надає користувачам зручні та ефективні інструменти для проведення досліджень та навчання в аспірантурі.

Запропонований користувацький інтерфейс відповідає робочим потребам аспірантів, а його гнучкість робить його універсальним для використання в різних академічних контекстах.

Список використаних джерел

1. Порядок підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах) (Постанова КМУ від 23.03.2016 № 261): веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/261-2016-%D0%BF#Text>.
2. MaterialUI: веб-сайт. URL: <https://m3.material.io/get-started>.
3. Lucid App: веб-сайт. URL: <https://lucid.app>.
4. Figma best-practices: веб-сайт. URL: <https://www.figma.com/best-practices>.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Половiнкін П.О. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

МОДИФІКОВАНЕ ТЕСТУВАННЯ РОЛЕЙ ВЕБ-ДОДАТКУ КАБІНЕТУ АСПІРАНТА КАФЕДРИ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ

Дослідження і результати були отримані в ході виконання роботи за темою магістерської дисертації «Моделі та методи опису та проведення тестування програмного продуктів на прикладі тестування веб-додатку кабінету аспіранта кафедри» Половiнкін П. О.

Сьогодні все навколо нас базується на різних програмах та веб-додатках, і важливо, щоб вони працювали правильно. Тому тестування важливо, і особливо важливо тестування ролей для веб-додатків, які ми використовуємо.

Тестування ролей - це як спроба розіграти сценарії, які можуть трапитися, коли різні люди використовують наш веб-додаток. Це допомагає нам знайти проблеми та покращити його, щоб воно було зручним та корисним для всіх. В порівнянні з іншими видами тестування, такими як тестування окремих частин або перевірка, чи працюють всі частини разом, тестування ролей допомагає нам бачити, як система працює в реальному житті, коли люди користуються нею по-різному [1]. Що включає в себе модифіковане тестування ролей у системі? Простіше кажучи, це автоматизоване тестування ролей у кабінеті аспіранта кафедри, але з поглибленим аналізом результатів тестування, а саме створених UML-діаграм в кінці проведення тестування.

Спочатку розглянемо дві моделі як приклад з наявних ролей у кабінеті аспіранта кафедри та проведемо їх аналіз. В першу чергу звернемо увагу на модель аспіранта (рисунок 1).

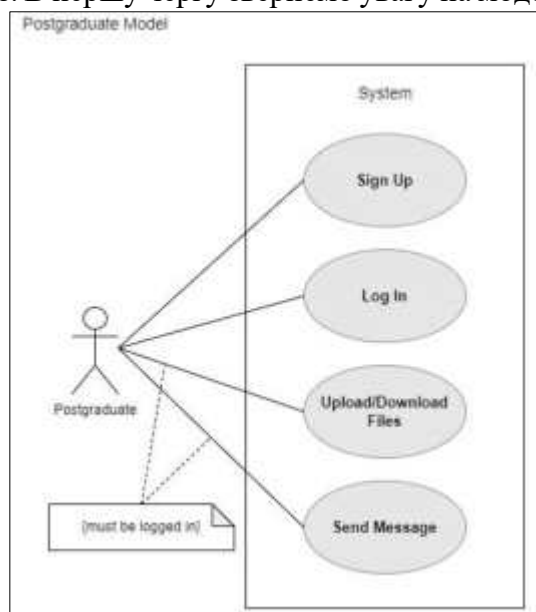


Рисунок 1 – UML-діаграма моделі аспіранта

Як можна побачити з рисунку 1, аспірант у системі має функціонал, який в більшості складається з таких частин відповідно:

- 1) зареєструватись у веб-додатку;
- 2) виконувати вхід у веб-додаток, а саме у свій акаунт;
- 3) завантажувати файли у кабінет та скачувати з нього;
- 4) відправляти повідомлення.

Для виконання таких дій як завантаження та скачування файлів або надсилання повідомлень користувач-аспірант має виконати вхід у систему.

Також важливо звернути увагу на те, щоб у користувачів системи були права доступу згідно їх ролі, наприклад: аспірант не повинен мати доступ до зміни курсів або дисциплін, а

також не повинен мати доступ до виставлення оцінок собі або іншим аспірантам. Наступна модель стосується наукового керівника даного аспіранта (рисунок 2).

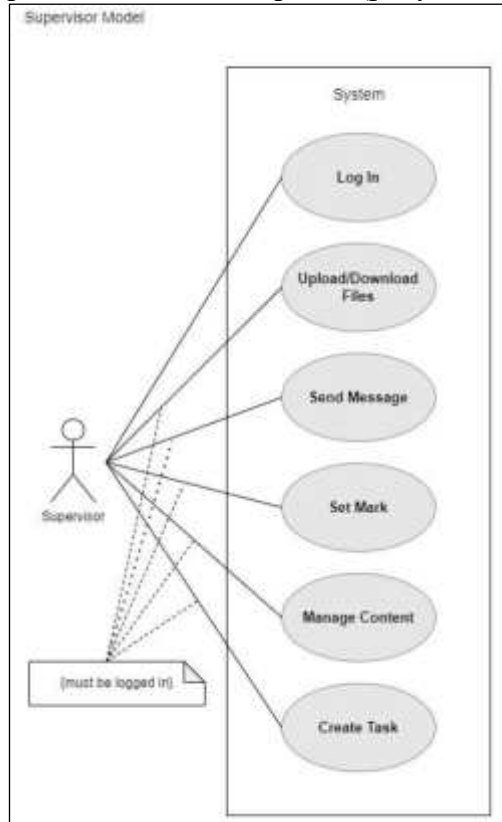


Рисунок 2 – UML-діаграма моделі наукового керівника

Розглядаючи рисунок 2, можна побачити різницю в кількості функціоналу користувача, а саме науковий керівник має такі можливості:

- 1) виконувати вхід у кабінет, а саме у свій акаунт;
- 2) завантажувати файли у кабінет та скачувати з нього;
- 3) відправляти повідомлення;
- 4) оцінювати роботу аспіранта;
- 5) керувати контентом;
- 6) створювати завдання для аспіранта.

Наступна мабуть найважливіша тема, яку не можна пропустити, це – взаємодія ролей між собою [2]. Розглянемо діаграму взаємодії між аспірантом та науковим керівником (рисунок3).

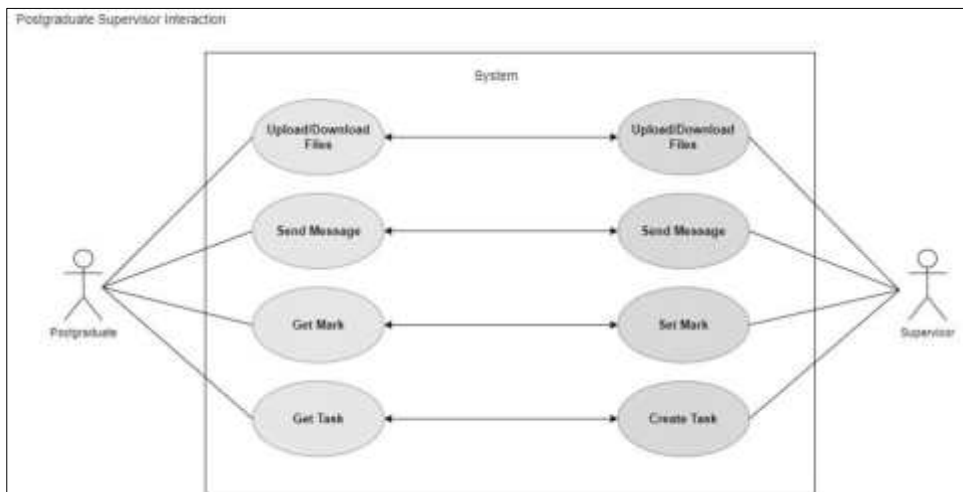


Рисунок 3 – UML-діаграма взаємодії аспіранта з науковим керівником

З рисунку 3 можна помітити деякі ключові моменти взаємодії, наприклад:

- 1) аспірант повинен мати можливість скачати файл, завантажений науковим керівником і навпаки;
- 2) пряма комунікація є невід’ємною частиною взаємодії, тому посилання повідомлення та його отримання адресатом важливе, не кажучи вже про те, що ця функція має працювати правильно у обох користувачів.

Завдяки даному прикладу взаємодії створюється уявлення та розуміння, як будуть приблизно виглядати результати автоматизованого тестування у вигляді UML-діаграм. Надалі розглянемо проблеми, які потрібно вирішити та які технології для цього краще обрати.

Отже, перелік питань складається з:

- 1) збільшення відмовостійкості системи (перевірка відмовостійкості та визначення методів відновлення для кожної ролі може сприяти стабільності та надійності системи);
- 2) покращення ефективності системи шляхом глибшого розуміння взаємодії ролей, виявлення затримок, перешкод та особливостей в існуючій реалізації;
- 3) удосконалення користувацького досвіду (тестування ролей також може виявити можливості для поліпшення користувацького інтерфейсу для кожної ролі, забезпечуючи зручний та ефективний досвід користування).

Для розробки рішення даних питань перейдемо до порівняння технологій між собою та оберем найкращу у даному кейсі (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Порівняння інструментів автоматизованого тестування

Інструмент	Основні Особливості	Мова Програмування	Тип Автоматизації	Виділені Особливості
Selenium	Отримав популярність і підтримку спільноти	Python, Java, C#, та ін.	UI (інтерфейс)	Відкритий код, підтримка різних браузерів, масштабованість, інтеграція з різними фреймворками та засобами CI
Cypress	Реалізація тестів в браузері реального часу	JavaScript	UI (інтерфейс)	Сучасні можливості, простий синтаксис, висока швидкість, автоматичне очікування елементів, розширена візуалізація
TestComplete	Інтегроване середовище для автоматизованого тестування	JavaScript, Python та ін.	UI (інтерфейс)	Спрощення тестування для непрограмістів, крос-платформність, сценарії запису та відтворення, віддалене тестування

Аналізуючи табл. 1, можна зрозуміти те, що є достатньо різних інструментів та технологій для проведення автоматизованого тестування. Найбільш виокремлюються такі інструменти як Cypress, TestComplete та Selenium. Cypress досить потужна технологія, адже вона дозволяє виконувати тестування мовою JavaScript, що спрощує набагато тестування та мова JavaScript найближча до веб-додатку у плані взаємодії, бо будь-який браузер працює на основі JavaScript [3]. Щодо TestComplete можна сказати, що це непогана технологія з вбудованим середовищем автоматизованого тестування і широким функціоналом. Для будь-кого, хто не дуже поглиблений в програмування, це буде ідеальним варіантом [4]. Але після аналізу всіх наявних варіантів було обрано Selenium та мову програмування Python через те, що дана комбінація може бути повністю кастомізована під різні ситуації, а це саме те, що потрібно [5]. Також завдяки мові Python можна досить легко створювати UML-діаграми. Для їх побудови використовується бібліотека drawio-python.

Розглянемо результати тестування, побудови діаграм та їх аналізу (рисунок4).

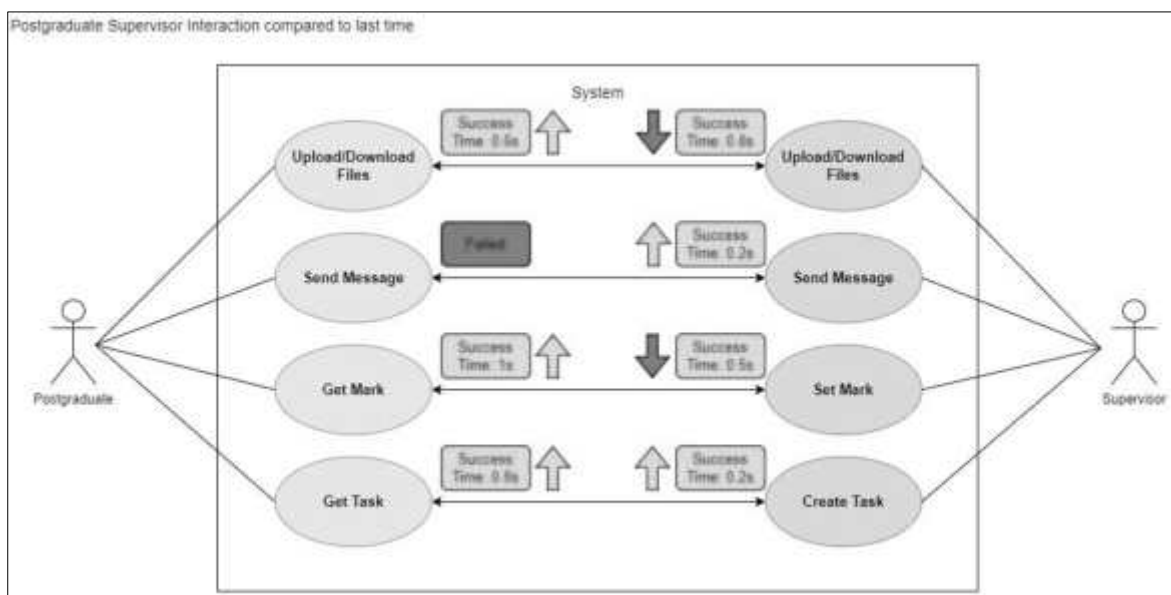


Рисунок 4 – UML-діаграма, створена на базі автоматизованого тестування

Використовуючи даний підхід у тестувальника з'являється можливість візуалізувати результати тестування на прикладі діаграми взаємодії ролей аспіранта та наукового керівника. Як можна побачити з Рисунок 4, більшість тестів пройшла успішно. Наприклад, аспірант зміг скачати завантажений науковим керівником файл за 0.6 секунд і зелена стрілка збоку є індикатором про те, що дані результати краще ніж попереднього разу, тобто файл скачався швидше. З іншої сторони, науковий керівник скачав файл аспіранта за 0.8 секунд та червона стрілка, направлена вниз, повідомляє, що минулого разу час на скачування був менше, а отже результат погіршився. Так далі наприклад з відправкою повідомлення: науковий керівник зміг відправити повідомлення за 0.2 секунди, але аспірант не зміг його отримати. Ще один плюс даної доробки в тому, що вона дозволяє будувати діаграми, базуючись на даних за тиждень, місяць тощо. Тобто, збираючи статистику та аналізуючи більший набір даних, з'являється можливість проводити узагальнений аналіз поведінки веб-додатку кабінету аспіранта кафедри та зміни роботи системи під впливом автоматизованого тестування (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Порівняння стандартного автоматизованого тестування з модифікованим та можливими доповненнями функціоналу

Характеристика	Автоматизоване тестування	Модифіковане автоматизоване тестування
Швидкість виконання тестів	Зазвичай швидке, але обмежене розміром тестового набору	Швидке, з можливістю миттєвого виявлення результатів та помилок
Наочність результатів	Огляд результатів в ручному або текстовому форматі	Інтуїтивне відображення результатів з можливістю виявлення помилок на графіку
Зручність аналізу продуктивності	Обмежене можливостями аналізу та відстеженням динаміки	Можливість аналізу продуктивності в часі, ідентифікація тенденцій
Сповіщення про помилки	Зазвичай потрібно перевіряти журнали та звіти	Автоматичні сповіщення про помилки та їх візуалізація
Зберігання результатів	Зазвичай у формі текстових звітів та журналів	Зберігання даних у базі даних для подальшого аналізу та відображення
Автоматичне створення звітів	Можливе, але може вимагати додаткових налаштувань	Автоматичне створення звітів та графіків для зручності аналізу
Масштабованість аналізу	Може бути складно виконати аналіз на великому обсязі тестів	Здатність аналізувати великий обсяг тестових даних та будувати діаграми

У порівнянні із загально-прийнятим способом автоматизованого тестування (табл. 2), впровадження тестування з візуалізацією результатів виявляється досить перспективним інструментом для покращення якості та ефективності тестування веб-додатків. Візуалізація результатів дозволяє розробникам не лише швидше виявляти помилки, але й отримувати інтуїтивне уявлення щодо продуктивності системи з точки зору справжнього користувача. Такий підхід вигідно вирізняється автоматичним відображенням результатів, що робить його більш доступним та зрозумілим для всієї команди розробників.

Особливий акцент на взаємодію ролей підкреслює важливість такого підходу для веб-додатків, де користувачі виконують різноманітні дії в залежності від своєї ролі. Зберігання та візуалізація даних про взаємодію між ролями дозволяє ефективно виявляти потенційні проблеми в функціональності при будь-яких змінах та доповненнях в програмному кодї системи та покращує співпрацю між розробниками та тестувальниками. Перспективи використання цього доповнення полягають у здатності швидко реагувати на зміни в системі та забезпеченні стабільності в процесі розробки та тестування. Досить важливо також помітити, що у світі зараз наявна жага до спрощення та зменшення ступеня входження, то ж дане доповнення йде у напрямку даної тенденції, не кажучи вже про те, що воно збільшує продуктивність команди розробників.

Висновки

При дослідженні даного напрямку було виявлено, що модифікація автоматизованого тестування шляхом візуалізації результатів має свої перспективи в збільшенні продуктивності розробки веб-додатків, в забезпеченні стабільної системи, готової до змін, та в цілому покращення ефективності системи через своєчасне та швидке виявлення помилок.

Під час дослідження та розробки даного доповнення виникли деякі труднощі стосовно використання даних збережених з БД для побудови UML-діаграм та під час перевірки коректності взаємодії різних ролей, але дані питання були вирішені.

Надалі дана модифікація потребує різних доповнень, наприклад: додавання автоматичних сповіщень про помилки або ідентифікація тенденцій, використовуючи математичні моделі. Адже вона є досить перспективною та при відповідному глибокому аналізі може мати значний вплив на автоматизоване тестування в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Арнон А., Повний посібник з автоматизації тестування: методи, практики та шаблони для створення та підтримки ефективних проектів програмного забезпечення, 1-е видання, 2018. 588 с.
2. Джеймі Л. Мітчелл, Рекс Б., Розширене тестування програмного забезпечення – том. 3, 2-е видання, 2015. 480 с.
3. Ваверу М., Наскрізне веб-тестування за допомогою Cypress: ознайомтеся з методами автоматизованого веб-тестування інтерфейсу за допомогою Cypress і JavaScript, 2021. 240 с.
4. Гаятрі М., Тестування повного стека. Практичний посібник із надання високоякісного програмного забезпечення, 2022. 406 с.
5. Суджай Р., Тестування Python із Selenium: навчіться впроваджувати різні методи тестування за допомогою веб-драйвера Selenium, 2021. 170 с.
6. Zhurakovskiy, B., Nedashkivskiy, O., Klymash, M., Pliushch, O., Moshenchenko, M. (2023). Smart House Management System. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) Emerging Networking in the Digital Transformation Age. TCSET 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2022, vol 965. Springer, Cham.
7. Кросплатформна розробка мобільних застосунків [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення / О.Л. Недашківський, І.І. Гусева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 11,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 221 с.

к.т.н. Залевська О. В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Потапов Д.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

НОВІТНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ АВТОРА

В сучасному інформаційному суспільстві доступ до актуальної та різноманітної наукової інформації є однією з ключових складових освіти та наукового розвитку. Більшість дослідників при пошуку наукової літератури за певною науковою тематикою, орієнтуються на рейтинг наукових робіт. Як правило, за рейтингом можливо встановити актуальність, зацікавленість та якість роботи. Існуючі рейтинги оцінки публікації базуються на схожих критеріях оцінювання. При рейтингуванні за допомогою таких систем, Peer Review (Рецензування), Impact Factor (Імпакт-фактор) та H-index, оцінка статті базується на рейтингу журналу публікації, кількості скачувань, переглядів та інше. Критерії оцінювання, що використовуються світовими рейтинговими системами не враховують при оцінці публікації думку науковців, що ознайомились з роботою, не рейтингують не опублікованих робіт та не дозволяють розпочати відкрите обговорення роботи..

В роботі пропонується враховувати думку наукової спільноти при рейтингуванні наукових робіт за визначеними критеріями. Розглянуто та порівняно традиційні методи оцінювання наукових публікацій з новим підходом, який ґрунтується на участі користувачів. Мета – встановити доцільність розробки онлайн системи, що дозволяє більш об'єктивну та розгалужену систему оцінювання наукових статей. В цій статті розглянемо ключові аспекти кожного методу, їхні впливи на наукове співтовариство та потенційний внесок нового підходу у розвиток наукових досліджень.

Огляд та порівняння традиційних методів та нового підходу до оцінювання за участю користувачів допоможе розкрити перспективи та виклики у створенні більш об'єктивної та комплексної системи оцінювання наукових статей.

Peer Review визначається як "процес піддачі наукових праць, досліджень або ідей автора ретельному аналізу тими, хто є експертами у тій же галузі"[1]. Основними цілями рецензування є перевірка наукової вірогідності, методологічної чистоти, оригінальності та важливості результатів представлених у статті.

Процес рецензування:

- 1) вибір рецензентів: Редактори журналів або конференцій обирають експертів, які мають відповідні знання та досвід у відповідній галузі;
- 2) оцінка наукових робіт: Рецензенти проводять докладну експертну оцінку статей, аналізуючи методи, дані, висновки та їхню важливість для галузі;
- 3) надання рекомендацій: На основі своєї оцінки рецензенти можуть рекомендувати публікацію статті, підтримати публікацію з деякими виправленнями або відхилити публікацію через серйозні недоліки.

Переваги рецензування:

- експертність оцінювання: Рецензенти - вчені з великим досвідом, що забезпечує високий рівень оцінки;
- підвищення якості статей: Допомагає у виявленні та усуненні недоліків у наукових роботах перед публікацією.

Недоліки рецензування:

- суб'єктивність: Оцінка може бути суб'єктивною, залежною від особистих поглядів рецензента;
- часові витрати: Процес рецензування може займати тривалий час, що уповільнює публікацію наукових статей.

Рецензування, безперечно, має свої переваги, але його недоліки вимагають розгляду альтернативних методів оцінювання для забезпечення більш об'єктивного та швидкого процесу оцінки наукових публікацій.

Імпакт-фактор є ключовим показником в оцінці впливу наукових журналів та їхнього значення для наукового світу. Цей показник визначається, як середня кількість цитувань статей, опублікованих у певному науковому журналі, за певний період часу. У розрахунку ІФ є два елементи: загальна кількість отриманих цитат (чисельник) та загальна кількість цитованих об'єктів (знаменник). Чисельник включає цитати всіх типів статей, таких як оригінальні статті, огляди, матеріали конференцій, редакційні статті, листи до редактора, новини, тоді як знаменник містить цитовані об'єкти, тобто оригінальні статті, огляди та матеріали конференцій протягом двох років для розрахунку ІФ[2]. Зазвичай, цей показник використовується для оцінки впливовості журналу, а не окремих наукових робіт.

Особливості показника Імпакт-фактору:

- визначення впливу журналу: Імпакт-фактор вказує на те, наскільки часто статті у даному журналі цитуються іншими вченими, що може вказувати на його вплив у науковому світі;

- популярність журналу: Журнали з вищим Імпакт-фактором зазвичай вважаються більш популярними серед авторів та читачів.

Переваги Імпакт-фактору:

- об'єктивний показник: Цей показник є вимірювальним і досить об'єктивним у визначенні впливу журналу;

- простота використання: Його простота та доступність дозволяють широко використовувати його для порівняння різних журналів.

Недоліки Імпакт-фактору:

- нехтування якості окремих статей: Цей показник не враховує якість або важливість окремих статей у журналі;

- залежність від галузі: Імпакт-фактор може суттєво відрізнитися залежно від наукової галузі та специфіки журналу.

Хоча Імпакт-фактор є важливим показником впливу наукових журналів, його обмеження у врахуванні якості окремих наукових робіт створює необхідність у пошуку додаткових методів оцінювання, які б враховували більш широкий спектр факторів у визначенні якості наукових публікацій.

H-index є показником, який використовується для вимірювання впливу та продуктивності вчених на основі кількості їхніх публікацій та кількості цитувань цих публікацій. Вчений має індекс h, якщо h кількість публікацій з його загальної кількості опублікованих статей за n років (N_p) мають $\geq h$ цитат кожна, а решта публікацій мають не більше h цитат кожна [3] Top of Form. Цей показник, запропонований професором Гіршом у 2005 році, має на меті врахувати якість та кількість публікацій вченого.

Особливості методу H-index:

- вимірювання продуктивності: H-index враховує як кількість публікацій вченого, так і кількість цитувань цих публікацій;

- універсальність: Цей показник може застосовуватися в будь-якій науковій галузі для порівняння вчених.

Переваги H-index:

- комплексне вимірювання: Враховує якість та кількість цитувань, надаючи комплексний огляд продуктивності вченого;

- універсальність застосування: Може бути використаний у різних галузях науки для порівняння вчених.

Недоліки H-index:

- нехтування контексту: Не враховує контекстуальну важливість публікацій та може бути нечесним для порівняння вчених у різних галузях;

- залежність від кількості публікацій: Може сприяти стимулюванню кількості публікацій, ігноруючи якість досліджень.

Хоча H-index є важливим індикатором впливу та продуктивності вчених, його обмеження у врахуванні контексту та якості публікацій вимагає додаткового аналізу та пошуку альтернативних методів оцінювання наукових досягнень.

Переваги та недоліки існуючих рейтингових систем для оцінювання наукових статей зведемо до таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння методів рейтингування

Метод рейтингування	Переваги	Недоліки
Українські системи рейтингування	Врахування публікацій, що створені українськими авторами Швидке реагування на зміни в рейтингу публікації. Використання наукометричних баз даних та платформ Допомога при поданні роботи на грань Сприяє розвитку науки в Україні та стимулюванню наукових досліджень	Порівняння різних платформ оцінок статей. Існують проблеми з створення та заповненням авторського профілю Неврахування самоцитування Відсутність відслідковування змін в науковій продуктивності автора
Світові системи рейтингування	Наявність рецензування статей Виявленні та усунення недоліків у наукових роботах перед публікацією Об'єктивність та простота використання Комплексність та універсальність застосування	Процес рецензування може займати тривалий час, що уповільнює публікацію наукових статей Не враховує якість або важливість окремих статей у журналі. Не враховує контекстуальну важливість публікацій та може бути нечесним для порівняння вчених у різних галузях Враховує кількість публікацій, ігноруючи якість досліджень. Не враховано першочерговість та кількість авторів статті Повільний процес виправлення помилок в цитуванні
-	-	Помилки в транскрипції прізвища автора Наявність статей без назви або без повних даних автора Штучне завищення значення індексу цитування з використанням штучного інтелекту Не враховується текст публікації, що може призвести до помилкового включення цитати до публікацій

Враховуючи переваги та недоліки українських та міжнародних систем рейтингування, постає питання про розробку системи рейтингування наукових статей, що дозволить враховувати думку інших науковців, забезпечить перевірку та ідентичність авторського профілю та ґрунтується на оцінці саме наукової роботи, а не журналу публікації. Основною ідеєю є створення системи рейтингу, де користувачі можуть залишати відгуки та оцінювати статті за певними критеріями.

Основні принципи розробленого підходу:

- участь користувачів: Кожен користувач має можливість залишати свою оцінку та коментарі до статей з урахуванням актуальності, методології, чіткість викладу та інші;
- рейтинг користувачів: Система передбачає створення рейтингу користувачів на основі їхньої активності та об'єктивності в оцінюванні. Демонстрація об'єктивності та ретельності в оцінках додають більшу вагу рейтингу користувача;

- захист від недоброчесних дій: Для запобігання недоброчесним діям, які можуть спотворити оцінку статей, передбачено зниження рейтингу користувачів при певних діях, таких як надмірне оцінювання великої кількості статей або систематичне завищення чи заниження оцінки;

- модерація та фільтрація: Система передбачає наявність модерації та фільтрації для виявлення та усунення нечесних оцінок. Модерація спрямована на підтримку об'єктивності та високої якості оцінок;

- прозорість процесу: Оцінки та коментарі користувачів є відкритими та доступними для загального огляду, що забезпечує прозорість у процесі оцінювання.

Такий метод оцінювання наукових статей за участю користувачів має ряд переваг, які спрямовані на покращення об'єктивності, доступності та ширшої репрезентації думок. Ось деякі з них:

- більша об'єктивність: У порівнянні з традиційними методами, оцінка наукових статей за участю користувачів може забезпечити більш об'єктивну оцінку, оскільки враховує ширший спектр думок та поглядів;

- різноманітність поглядів: Система, що базується на оцінці користувачів, дозволяє отримати різноманітність думок та поглядів на ту чи іншу наукову публікацію, що сприяє більш повному обговоренню;

- швидкість та ефективність: Залучення багатьох користувачів для оцінювання може значно прискорити процес рецензування та публікації наукових робіт;

- прозорість: Відкритість та доступність оцінок і коментарів користувачів забезпечують більшу прозорість та довіру до процесу оцінювання;

- запобігання недоброчесним діям: Рейтинг користувачів та система зниження рейтингу при недоброчесних діях сприяє зменшенню недоліків, таких як завищення або заниження оцінок;

- адаптивність: Ця система може швидко адаптуватися до нових вимог та потреб наукової спільноти, реагуючи на зміни у вимогах та оцінюваних критеріях;

- відображення відносності значущості: Враховуючи широкий спектр оцінок, система може відображати не тільки сам факт цитування, але й різні погляди на значущість певних статей.

Впровадження нового методу оцінювання наукових статей за участю користувачів вносить ряд викликів, але також відкриває значні можливості для розвитку наукової спільноти.

Виклики:

- недостатність об'єктивності: Існує ризик, що деякі користувачі можуть намагатися змінити рейтинги статей заради власної вигоди або ідеологічних уподобань, що може спотворити результати;

- забезпечення об'єктивності рейтингу: Важливо розробити ефективну систему фільтрації та модерації для виявлення та усунення недоброчесних дій, які можуть вплинути на рейтинги;

- адаптація та прийняття: Нова система оцінювання потребує часу для адаптації наукової спільноти та великої кількості користувачів. Її прийняття може зайняти час через необхідність зміни вже існуючих підходів.

Можливості:

- розширення спектру оцінки: Залучення більшої кількості голосів може врахувати ширший спектр думок, що дозволить отримати більш повне уявлення про якість та значущість статей;

- швидкість та ефективність: Система, яка базується на участі користувачів, може прискорити процес оцінювання та публікації наукових робіт, забезпечуючи більш оперативну реакцію на нові дослідження;

- прозорість та доступність: Отримання відкритого доступу до оцінок та коментарів користувачів сприяє прозорості та довірі до системи оцінювання;

- запобігання зловживанням: Заходи для запобігання недоброчесним діям (наприклад, зниження рейтингу) можуть сприяти збереженню об'єктивності та чесності в оцінці;
- адаптивність до змін: Система може швидко реагувати на зміни вимог та потреб наукової спільноти, оновлюючи критерії оцінювання та функціонал.

Необхідно активно вирішувати виклики та використовувати можливості, щоб новий метод оцінювання за участю користувачів став ефективним інструментом у розвитку наукового середовища.

Оцінювання наукових статей - це складний процес, який має значний вплив на розвиток науки. Традиційні методи, такі як рецензування експертами, імпаکت-фактор та H-index, надали цінний внесок у визначенні якості та впливу наукових робіт. Однак, вони також мають свої обмеження.

Впровадження нового підходу до оцінювання, що базується на участі користувачів та рейтингуванні, відкриває нові можливості для покращення об'єктивності та доступності процесу оцінки. Цей метод спрямований на залучення широкого кола учасників, щоб враховувати різноманітність поглядів та забезпечити більш об'єктивне визначення якості наукових робіт.

Незважаючи на це, існують виклики, такі як збереження об'єктивності та запобігання недоброчесним діям у системі оцінювання. Але з правильними заходами, такими як модерація, фільтрація та зниження рейтингу користувачів за нечесні дії, ці виклики можуть бути подолані.

Синтез різних методів оцінювання може виявитися корисним для створення більш повноцінної та об'єктивної системи. Використання переваг традиційних підходів разом із залученням користувачів для оцінювання може сприяти зростанню об'єктивності та ефективності оцінювання наукових робіт.

Отже, розвиток нових методів оцінювання, спрямованих на участь користувачів, може стати кроком вперед у забезпеченні більш об'єктивного, швидкого та доступного процесу оцінювання наукових робіт.

Запропонований підхід до оцінювання наукових публікацій може бути використаний при створенні віртуального кабінету автора онлайн платформи світової наукової бібліотеки. Така онлайн платформа дозволить користувачам завантажувати власні, неопубліковані та опубліковані, наукові статті, а також проводити оцінювання та обговорювання роботи інших авторів за допомогою персонального кабінету автора. Реалізація цього проекту відкриває нові можливості для зручного доступу до актуальної інформації, сприяє обміну знаннями та співпраці в науковій спільноті. Це забезпечить швидку та легку інтеграцію авторів до світової наукової спільноти.

Список використаних джерел

1. What is peer review? International Journal of Computer Applications - IJCA. URL: <https://www.ijcaonline.org/what-is-peer-review> (date of access: 21.12.2023).
2. Saxena A, Thawani V, Chakrabarty M, Gharpure K. Scientific evaluation of the scholarly publications. *J Pharmacol Pharmacother.* 2013 Apr;4(2):125-9. doi: 10.4103/0976-500X.110894. PMID: 23760040; PMCID: PMC3669571.
3. Hirsch J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2005. Vol. 102, no. 46. P.16569–16572. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102> (date of access: 21.12.2023).
4. Кросплатформна розробка мобільних застосунків [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення / О.Л. Недашківський, І.І. Гусева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 11,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 221 с.
5. Ванін В.В., Залевська О.В., Можаровський В.М., Яблонський П.М., Спірінцев Д.В. Алгоритми встановлення даних автора тексту Сучасні проблеми моделювання, Випуск 25, С 52-60

к.ф.-м.н. Свинчук О.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Клименко Я.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ТА ГІДРОДИНАМІКИ В ТРУБОПРОВОДАХ З ТУРБІННИМ МАСТИЛОМ

Для розробки надійних систем управління електростанцій, що підвищують продуктивність та безпеку обладнання, необхідно використовувати більш точні методи моделювання процесів теплообміну та гідродинаміки. З огляду на постійне зростання вимог до енергоефективності та екологічної безпеки, інноваційні методи моделювання набувають особливої ваги. Вони дозволяють не тільки вдосконалювати існуючі системи, але й сприяють розробці нових технологій, які можуть враховувати численні змінні та надавати більш точні прогнози для різних умов експлуатації.

Моделювання процесів теплообміну та гідродинаміки при русі турбінного мастила включає фундаментальні принципи гідродинаміки та рівняння Нав'є-Стокса, що описують рух в'язкої рідини та є фундаментом для моделювання течій в різноманітних умовах, включаючи течії в трубопроводах з турбінним мастилом.

Рівняння Нав'є-Стокса виражається формулою 1 [1]:

$$\rho \left(\frac{\delta v}{\delta t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + F, \quad (1)$$

де p позначає тиск, μ – коефіцієнт в'язкості, а F – сила, що діє на рідину.

Рівняння Нав'є-Стокса дозволяє моделювати складні течії, включаючи турбулентність, вплив температури, в'язкості, тиску та інших факторів на поведінку рідини. Велике значення мають чисельні методи та комп'ютерне моделювання. Ці теоретичні основи є критично важливими для розуміння та моделювання поведінки турбінного мастила в трубах, що забезпечує точність, надійність та ефективність в проектуванні та експлуатації турбінних систем.

ANSYS Fluent [2] є однією з провідних програмних платформ для моделювання рідинної та газової динаміки (CFD – Computational Fluid Dynamics). Цей інструмент широко використовується в інженерних дисциплінах для моделювання та аналізу течій, теплообміну та інших пов'язаних феноменів. Fluent пропонує розширені можливості для моделювання турбулентності, взаємодії частинок, хімічних реакцій, горіння, теплового обміну тощо. Це робить його ідеальним інструментом для комплексного моделювання процесів, таких як теплообмін та гідродинаміка в трубах з турбінним мастилом. Програма використовує різноманітні методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса, включаючи обмежені об'ємні методи, методи кінцевих елементів тощо, що дозволяє точно моделювати складні течії.

Включення більш широкого спектру готових моделей та матеріалів, особливо для специфічних застосувань, таких як турбінне мастило, може значно знизити час на підготовку та калібрування моделей. Розширення функціоналу візуалізації, включаючи більш реалістичне відображення фізичних феноменів та інтерактивні 3D-моделі, може покращити інтерпретацію результатів та сприяти кращому розумінню складних течій.

Список використаних джерел

1. Sprague, Michael A. and Weidman, Patrick D. (2011). Three-dimensional flow induced by the torsional motion of a cylinder. Fluid Dynamics Research, 43(1).
2. Drazin, P. G. and Riley, N. (2006). The Navier-Stokes Equations. Cambridge University Press.
3. Лабай В. Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. Львів: Тріада Плюс, 2004. 260 с.
4. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): Навчальний посібник для вузів. 2-ге видання. Львів: «Новий Світ-2000», 2004. 144 с.

к.е.н. Гусєва І.І. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Єзгор В.С. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ПАНОПТИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ У НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Інструментальні засоби навігації в транспортних системах вирізняються складністю інтеграції різноманітних технологічних підходів для створення ефективної та надійної системи. Сучасний розвиток цифрових технологій вимагає комплексного підходу до обробки та аналізу дорожнього середовища, що є фундаментальним для безпеки та ефективності транспортних систем.

Система повинна містити кілька підмодулів, що взаємодіють між собою для забезпечення цілісності навігаційного процесу. Починаючи з роботи з картою, система будує маршрути, визначає GPS координати, а також аналізує метадані, що відображають складність дорожнього руху. Цей етап є вирішальним для забезпечення точності навігаційних рішень, що впливають на безпеку та комфорт користувачів.

Ключовим елементом системи є застосування комп'ютерного бачення, яке використовує передові моделі сегментації для розуміння дорожнього середовища. Це дозволяє системі ідентифікувати дорожні частини, знаки, світлофори та інші важливі елементи, надаючи водію необхідну інформацію для безпечного водіння.

Останнім компонентом є використання технологій доповненої реальності, які дозволяють візуалізувати маршрут безпосередньо у полі зору водія, забезпечуючи зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Разом ці компоненти формують систему навігації, спроектовану таким чином, щоб максимально підвищити безпеку сучасних транспортних систем.

Паноптична сегментація відноситься до комплексного методу у галузі комп'ютерного зору, який має на меті детальне та цілісне розуміння та інтерпретацію складних сцен [1]. Метод об'єднує два основні аспекти візуального сприйняття: семантичну сегментацію (ідентифікація та класифікація всіх пікселів на зображенні в конкретні категорії) та сегментацію об'єктів (розпізнавання та виділення кожного окремого об'єкта). У контексті навігаційних систем, особливо тих, що використовуються в автономних транспортних засобах та системах допомоги водієві, паноптична сегментація відіграє ключову роль. Паноптична сегментація дозволяє цим системам точно сприймати та інтерпретувати дорожнє середовище, розрізняючи різні елементи, такі як смуги руху, пішоходи, транспортні засоби та інші об'єкти.

У навігаційних системах точне інтерпретування дорожнього середовища є критично важливим для безпечної та ефективної навігації. Паноптична сегментація забезпечує всебічне розуміння дорожньої сцени, сприяючи процесу прийняття рішень для автономного або автоматизованого водіння.

Наприклад, ідентифікація проїзних ділянок, виявлення перешкод та розуміння руху транспорту є основними завданнями, які значною мірою залежать від ефективності технік паноптичної сегментації.

Попри своє критичне значення, паноптична сегментація в контексті дорожнього середовища зустрічає ряд перешкод:

- різноманітність дорожніх умов: динамічна природа доріг вносить складність зі змінами в освітленні, метеорологічних умовах та типах дорожнього руху;
- вимоги до швидкості обробки даних: системи навігації мають оперативно обробляти візуальну інформацію, щоб адекватно реагувати на зміни в дорожньому середовищі;
- високі стандарти точності та надійності: точне розпізнавання та класифікація дорожніх об'єктів є критично важливими для забезпечення безпеки в системах допомоги водінню.

Основні цілі паноптичної сегментації у контексті навігаційних систем.

- підвищення безпеки: точне інтерпретування дорожніх сцен допомагає знизити ризик аварій;
- покращення ефективності навігації: вона сприяє оптимальному плануванню маршрутів, надаючи детальні дані про середовище;
- підтримка автономних технологій: це фундаментальна технологія, яка лежить в основі розвитку повністю автономних систем водіння.
- адаптивність у реальному часі: здатність адаптуватися до змін у середовищі в реальному часі є ключовою для практичного застосування цих систем.

YoloPv2, SegFormer та TwinLiteNet - це передові моделі у сфері паноптичної сегментації, кожна з яких має свої унікальні особливості та застосування. YoloPv2 виділяється своєю швидкістю та точністю у виявленні об'єктів, SegFormer - інноваційним підходом до семантичної сегментації з використанням трансформаторів, а TwinLiteNet - своєю легкістю та ефективністю, що робить його ідеальним для мобільних та обмежених ресурсами систем.

YoloPv2 – це модель, яка спрямована на мультизадачність і забезпечує одночасне виконання кількох критично важливих функцій для розпізнавання середовища: виявлення об'єктів, класифікації дорожніх знаків та сегментації доріг. Використовуючи глибокі нейронні мережі, YoloPv2 покращує точність і швидкість обробки, що є ключовим для ефективної роботи в динамічних дорожніх умовах [2].

Архітектура YoloPv2 відображена на рисунку 1.

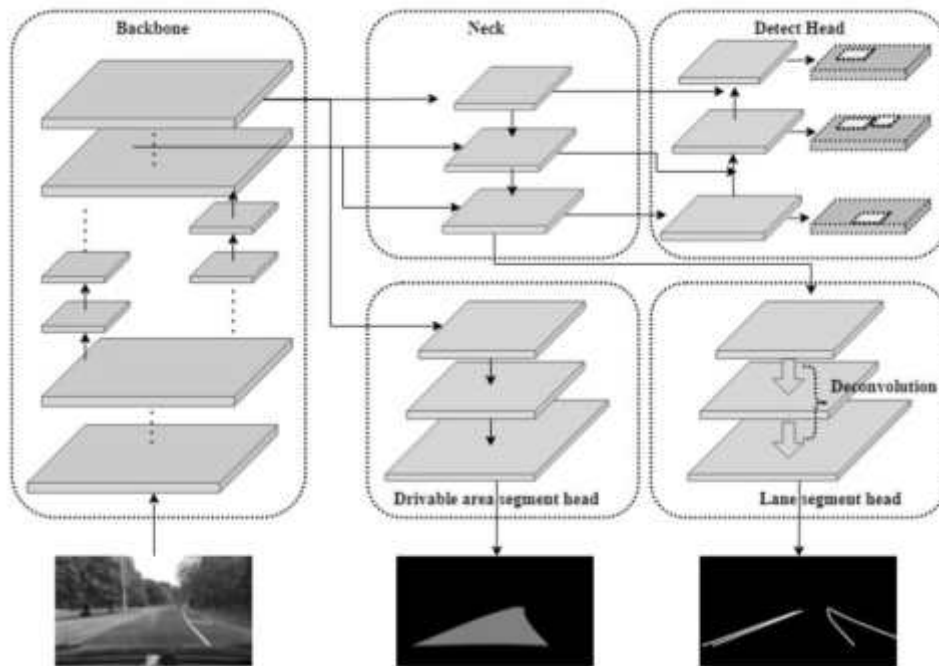


Рисунок 1 - Архітектура YoloPv2 [2]

YoloPv2 використовує архітектуру YOLO, яка відома своєю швидкістю та ефективністю, але вносить значні удосконалення для покращення мультизадачності. Особливістю цієї моделі є інтеграція додаткових блоків та механізмів для підвищення точності виявлення та класифікації. Також, вона включає покращення в обробці великих та маленьких об'єктів, що важливо для розпізнавання різноманітних елементів на дорозі.

YoloPv2 продемонструвала вражаючі результати в задачах сегментації дорожнього середовища. Особливо ефективною вона виявилася в сегментації проїзних частин доріг та виявленні смуг руху на датасеті BDD100K val [3]. Це свідчить про її здатність адаптуватися до складних дорожніх сцен та точно ідентифікувати важливі елементи дорожнього середовища. Її продуктивність стала ключовим фактором у підвищенні безпеки та надійності автономних навігаційних систем.

SegFormer є новаторською моделлю у сфері семантичної сегментації. Ця модель використовує трансформери, що є відносно новою концепцією в галузі комп'ютерного зору, особливо в контексті семантичної сегментації. Відмінною особливістю SegFormer є його здатність ефективно обробляти великі датасети з високою точністю, що робить його ідеальним для застосування в динамічних та складних умовах дорожнього середовища [4].

Архітектура SegFormer базується на інноваційному підході до обробки зображень, використовуючи механізми самоуваги трансформерів для аналізу контекстуальних відносин між різними частинами зображення. Це дозволяє моделі більш точно розпізнавати та класифікувати різні об'єкти та елементи дорожньої сцени. Дана модель оптимізована для роботи з зображеннями різних розмірів, що забезпечує гнучкість і широкий діапазон застосувань.

Модель SegFormer показує високу ефективність у задачах семантичної сегментації, особливо в контексті дорожнього середовища. Модель забезпечує високу точність у виявленні та класифікації різних елементів дороги, таких як проїзні частини, пішоходи та інші об'єкти. Це особливо важливо для навігаційних систем, де необхідно швидке та точне реагування на зміни в дорожньому середовищі. На рисунку 2 відображено порівняння SegFormer моделі з іншими CNN моделями [5].



Рисунок 2 – Порівняння SegFormer моделі з CNN моделями [5]

Далі проведемо порівняльний аналіз трьох моделей: YoloPv2, SegFormer та TwinLiteNet, з акцентом на їхні особливості, сильні та слабкі сторони в контексті паноптичної сегментації дорожнього середовища в навігаційних системах [2, 4, 6].

У контексті дорожнього середовища, ці моделі показують різні рівні продуктивності. YoloPv2 успішно виконує різні задачі, включаючи виявлення об'єктів та сегментацію доріг, завдяки своїй мультизадачності. SegFormer відзначається високою точністю у семантичній сегментації, особливо у складних умовах. TwinLiteNet, з іншого боку, є оптимальним рішенням для систем, де необхідна висока швидкість обробки при обмежених ресурсах. На рисунку 3 відображено графік порівняння точності для виявлення смуг руху на датасеті BDD100K val, демонструючи покращення моделей з часом, з виділенням YOLOP, HybridNets, YOLOPv2 та TwinLiteNet як моделей з найвищою точністю.

Аналіз цих моделей показує, що сучасні технології паноптичної сегментації мають високий потенціал для підвищення безпеки, точності та ефективності навігаційних систем. Інтеграція таких моделей може значно покращити здатність розпізнавати та адаптуватися до складних дорожніх умов.

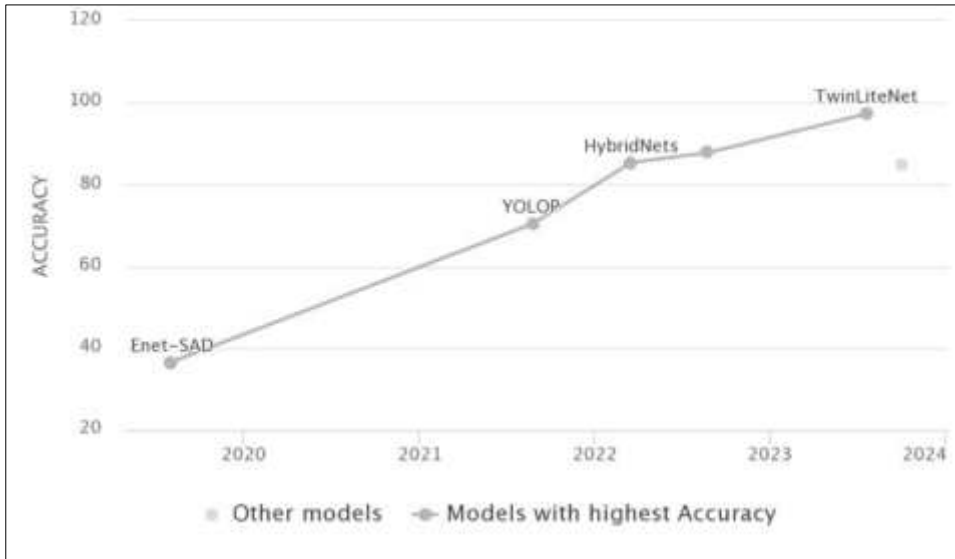


Рисунок 3 - Порівняння точності для виявлення смуг руху

В запропонованій системі навігації використовується TwinLiteNet, сучасна модель сегментації, оптимізована для ідентифікації смуг руху та проїзних ділянок [6]. Завдяки своїй компактності та високій продуктивності, ця модель стала оптимальним рішенням для інтеграції у систему, де є суттєві обмеження щодо обчислювальних ресурсів та енергоспоживання, що має особливе значення для задач, які вимагають швидкої обробки даних в режимі реального часу.

Пайплайн моделі TwinLiteNet відображено на рисунку 4.

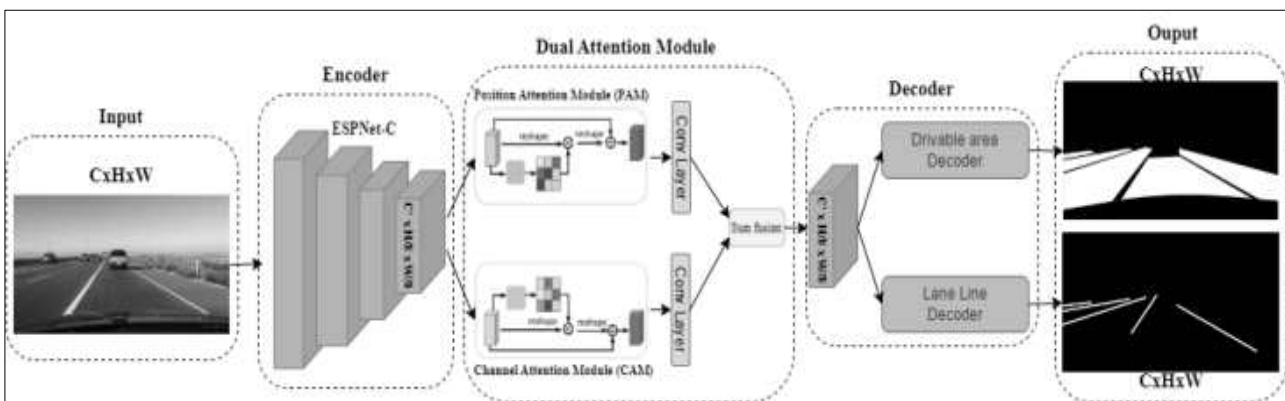


Рисунок 4 - Пайплайн моделі TwinLiteNet [6]

TwinLiteNet використовує гібридний підхід, який поєднує конволюційні нейронні мережі та механізми уваги. Це забезпечило збалансоване співвідношення між точністю та швидкістю обробки.

Для навчання та подальшого тестування моделі TwinLiteNet було використано датасет BDD100K, який є одним з найбільш різноманітних датасетів у галузі автономного водіння [3]. Цей датасет містить велику кількість анотованих зображень, що охоплюють широкий спектр дорожніх сцен, включаючи різні погодні умови та рівні освітлення. Використання BDD100K дало можливість оптимізувати модель для виявлення смуг руху та проїзних ділянок з високою точністю. Тестування моделі на такому комплексному датасеті також дозволило перевірити її здатність до адаптації в реальних дорожніх умовах, що є критично важливим для розробленої навігаційної системи.

Після інтеграції TwinLiteNet, стали помітними покращення в роботі системи з виявлення смуг руху та ідентифікації проїзних ділянок, особливо при тестуванні на датасеті BDD100K val [3]. Модель демонструвала стабільну продуктивність незалежно від умов

освітлення або погоди, що є свідченням її надійності та стабільності. Зазначимо, що ефективність TwinLiteNet у динамічних умовах значно посилила безпеку та продуктивність розробленої навігаційної системи. Результати сегментації, отримані за допомогою TwinLiteNet, підтвердили високу точність та швидкість моделі, що було візуалізовано та демонстровано в інтерфейсі системи.

Результат виконання сегментації дороги та дорожньої розмітки відображено на рисунку 5.



Рисунок 5 – Сегментація дороги та дорожньої розмітки моделю TwinLiteNet [6]

Майбутні дослідження у цій галузі зосередяться на подальшому покращенні точності, швидкості обробки та ефективності ресурсів. Особливо важливим буде розвиток моделей, які зможуть ефективно функціонувати в різноманітних і змінних дорожніх умовах, включаючи різні погодні умови та рівні освітлення.

У цій доповіді було надано загальний огляд поточного стану розвитку паноптичної сегментації, з акцентом на моделях YoloPv2, SegFormer та TwinLiteNet. Кожна з цих моделей відкриває нові можливості для розвитку навігаційних технологій, забезпечуючи більш безпечне та ефективне водіння.

Список використаних джерел

1. Panoptic Segmentation. URL: <https://arxiv.org/pdf/1801.00868.pdf>
2. YOLOPv2: Better, Faster, Stronger for Panoptic Driving Perception. URL: <https://arxiv.org/pdf/2208.11434.pdf>
3. Різноманітний набір даних для гетерогенного багатозадачного навчання BDD100K. URL: <https://www.vis.xyz/bdd100k/>
4. SegFormer: Simple and Efficient Design for Semantic Segmentation with Transformers. URL: <https://arxiv.org/pdf/2105.15203.pdf>
5. Convolutional neural network. URL: https://Convolutional_neural_network
6. Модель для сегментації проїжджої частини та смуг руху в безпілотних автомобілях. URL: <https://github.com/chequanghuy/TwinLiteNet>

к.т.н. Залевська О. В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Савчук Б. І. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ СИГНАЛІВ

Розробка та використання методів обробки цифрових сигналів у сучасному світі надзвичайно важливі в багатьох сферах, що охоплюють від технологічних інновацій до наукових досліджень. Ці сигнали мають величезне значення для розвитку медицини, телекомунікацій, фінансів, енергетики та багатьох інших галузей. Отже, розуміння, аналіз та ефективне управління цифровими сигналами відіграють ключову роль у подальшому розвитку суспільства.

У зв'язку з розмаїттям та обсягом цифрових даних, що щодня генеруються та обробляються, виникає необхідність у вдосконаленні методів обробки та аналізу цих сигналів. Новітні технології та підходи, зокрема методи штучного інтелекту, машинного навчання та застосування фрактальних функцій, пропонують революційні можливості для більш точного та ефективного розуміння цифрових сигналів.

В даній роботі фокус зосереджено на застосуванні фрактальних функцій для аналізу цифрових сигналів у поєднанні з інтелектуальними моделями та методами машинного навчання. Ця область вивчення пропонує величезний потенціал для покращення якості аналізу сигналів та розкриття складних залежностей, які можуть бути приховані у потокових даних.

Аналіз даних сигналів зазвичай пов'язаний з виявленням закономірностей, класифікацією або прогнозуванням їхнього майбутнього стану. Застосування фрактальних функцій в даному контексті стає зручним інструментом для розкриття нелінійних зв'язків та складних структур, які можуть бути складні для традиційних методів аналізу.

Ця робота пропонує глибоке дослідження методів, що поєднують у собі використання фрактальних функцій та інтелектуальних моделей для аналізу цифрових сигналів. Вона розглядає актуальність цих методів, їхні переваги та можливі обмеження, а також пропонує перспективи в їхньому подальшому використанні для розв'язання складних завдань аналізу цифрових даних.

Робота має на меті звернути увагу на потенційні можливості застосування фрактальних функцій у поєднанні з інтелектуальними моделями для аналізу цифрових сигналів та відкриття нових шляхів в розвитку цієї важливої галузі обробки даних.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає в розробці та вдосконаленні інтелектуальних моделей для аналізу цифрових сигналів з використанням фрактальних функцій та методів машинного навчання. Ця мета є ключовою у контексті вирішення різноманітних завдань, пов'язаних з обробкою сигналів.

Основні напрямки роботи включають:

- розробка інтелектуальних моделей: важливо створити моделі, які здатні адекватно аналізувати цифрові сигнали, виявляти складні закономірності та нелінійні зв'язки, що можуть бути приховані в цих даних;
- покращення точності та ефективності аналізу: метою є підвищення точності та ефективності методів обробки сигналів, щоб отримувати більш точні результати та прогнози, забезпечуючи високу якість аналізу;
- вирішення конкретних завдань аналізу сигналів: розв'язання завдань, таких як виявлення аномалій, класифікація сигналів та прогнозування їхнього подальшого розвитку, є важливими компонентами дослідження;
- використання фрактальних функцій у поєднанні з методами машинного навчання: застосування фрактальних функцій разом із сучасними методами машинного навчання дозволяє створити нові підходи до аналізу цифрових сигналів, що розширює можливості обробки даних;

– підвищення якості прогнозування: основна увага також спрямована на поліпшення прогнозів та розуміння складних залежностей у цифрових сигналах.

Мета дослідження полягає в тому, щоб розроблені моделі були не лише ефективними, а й універсальними для застосування у різних сферах, таких як медицина, телекомунікації, фінанси та інші, де обробка сигналів є критично важливою. Зрозуміння та аналіз цих сигналів з використанням фрактальних функцій відкриває широкі можливості для нових досліджень та застосувань у майбутньому.

Актуальність дослідження

Актуальність дослідження з застосування фрактальних функцій для аналізу цифрових сигналів у поєднанні з методами штучного інтелекту та машинного навчання визначається кількома ключовими аспектами:

– обсяг цифрових даних: за останні десятиліття обсяг цифрових даних вирости експоненційно. Великі обсяги сигналів потребують нових підходів до аналізу та обробки для ефективного використання цих даних у різних галузях;

– складність аналізу сигналів: Цифрові сигнали можуть містити складні залежності та нелінійність, що ускладнює їх аналіз та розуміння. Традиційні методи не завжди здатні адекватно виявити та проаналізувати такі взаємозв'язки;

– вимоги до точності та прогнозування: у багатьох галузях, таких як медицина, фінанси та технології, точність прогнозів та аналізу є критично важливими. Недостатня точність може призвести до неправильних рішень та негативних наслідків;

– застосування в сучасних технологіях: Впровадження високоточних та ефективних методів обробки цифрових сигналів в сучасні технології, такі як медичне обладнання, сенсори у «розумних» системах, безпека та телекомунікації, створює потребу у розробці нових методів та моделей;

– розвиток сучасних технологій: Застосування фрактальних функцій у поєднанні з методами штучного інтелекту та машинного навчання може прискорити розвиток сучасних технологій, допомагаючи вдосконалити алгоритми аналізу сигналів та створити більш точні та швидкі рішення.

Отже, в контексті зростаючого обсягу цифрових даних та потреби у точних та ефективних методах аналізу сигналів, застосування фрактальних функцій у поєднанні з інтелектуальними моделями та методами машинного навчання виявляється надзвичайно актуальним та перспективним напрямком досліджень. Це може привести до створення нових, ефективних та точних методів аналізу сигналів, що матиме значення для широкого спектру сфер від медицини до технологій майбутнього.

Дослідження та розвиток

Дослідження та розвиток у галузі аналізу цифрових сигналів, зокрема застосування фрактальних функцій у поєднанні з методами штучного інтелекту та машинного навчання, є надзвичайно важливими аспектами в сучасній науці та технологіях. Ця галузь досліджень спрямована на розвиток нових алгоритмів, моделей та методів аналізу та обробки цифрових сигналів для досягнення більшої точності, ефективності та універсальності в їхньому застосуванні.

Дослідження. Розробка нових методів аналізу сигналів: Дослідники в цій галузі працюють над створенням нових алгоритмів та методів, що використовують фрактальні функції для виявлення складних залежностей та структур у цифрових сигналах.

Експерименти та моделювання: Дослідження включає проведення експериментів з реальними даними або моделювання для тестування та вдосконалення нових методів обробки сигналів.

Створення нових інтелектуальних моделей: Розвиток інтелектуальних моделей, що базуються на фрактальних функціях, для аналізу та класифікації цифрових сигналів.

Оптимізація алгоритмів: Дослідження спрямовані на пошук оптимальних та ефективних алгоритмів, які можуть швидко та точно аналізувати сигнали, забезпечуючи високу якість результатів.

Розвиток. Застосування у реальних сферах: Розроблені моделі та алгоритми активно впроваджуються у різноманітних галузях, включаючи медицину (діагностика захворювань на основі медичних зображень), телекомунікації (фільтрація та передача сигналів), фінанси (прогнозування ринкових тенденцій) та багато інших.

Пошук нових застосувань: Постійний пошук нових способів використання фрактальних функцій у поєднанні з інтелектуальними моделями в різних галузях та вирішення нових завдань.

Оптимізація та розширення можливостей: Постійний розвиток та оптимізація методів, що дозволить розширити можливості аналізу та обробки цифрових сигналів.

Дослідження майбутніх напрямків: Дослідження важливих напрямків, таких як обробка великих обсягів даних (Big Data) та розвиток алгоритмів для аналізу стрімів даних у реальному часі.

Дослідження та розвиток у галузі аналізу цифрових сигналів із застосуванням фрактальних функцій є постійним процесом, спрямованим на зростання точності, ефективності та універсальності методів аналізу сигналів у різних сферах застосування.

Висновок

У результаті проведеного дослідження виявлено, що застосування фрактальних функцій у поєднанні з методами штучного інтелекту та машинного навчання має великий потенціал у сфері аналізу цифрових сигналів. Ця взаємодія дозволяє не лише ефективно аналізувати складні сигнали, а й виявляти приховані залежності та структури, що допомагає вирішувати різноманітні завдання, пов'язані з цифровою обробкою сигналів.

Дослідження підтвердило актуальність та значущість використання фрактальних функцій у вирішенні завдань аналізу сигналів у таких різноманітних галузях, як медицина, телекомунікації, фінанси та багато інших. Виявлені підходи можуть служити основою для подальших досліджень та впроваджень у практику, сприяючи покращенню якості аналізу та прогнозування цифрових сигналів.

Застосування інтелектуальних моделей, побудованих на основі фрактальних функцій, виявляється важливим напрямком для подальшого розвитку обробки сигналів. Покращення точності аналізу та здатності моделей передбачати та класифікувати різні сигнали може мати значення для ряду сфер, де важлива обробка та аналіз цифрових даних.

Отже, результати цього дослідження вказують на перспективність та потенційні можливості використання фрактальних функцій у сфері аналізу цифрових сигналів, відкриваючи шлях для подальших вдосконалень та інновацій у цій важливій галузі наукових досліджень та практичного застосування.

Список використаних джерел

1. Назарків, Б. М., & Іваненко, В. В. (2018). "Аналіз методів фільтрації цифрових сигналів за допомогою фрактальних функцій". Журнал Інженерії програмного забезпечення, 5(2), 78-92.
2. Сміт, Дж. (2019). "Фрактальні функції у сучасних дослідженнях звукових сигналів". Міжнародна конференція з інженерії та технологій, 115-128.
3. Браун, Р., Джонсон, К. (2020). "Аналіз акустичних сигналів за допомогою фрактальних методів". Журнал Акустики, 15(3), 212-225.
4. Ременчук, О.О., Тарасов, І.В. (2017). "Використання фрактальних функцій для передбачення розвитку звукових сигналів". Конференція з обчислювальної техніки та інформаційних технологій, 76-89.

к.т.н. Шпурик В.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Оленева К.М. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

АВТОМАТИЧНА ОБРОБКА РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сучасні радіолокатори змушені працювати в умовах, для яких характерні висока швидкість зміни зовнішньої обстановки і великий обсяг об'єктів, що підлягають виявленню. У доповіді наведено основні відомості про аналіз теоретичних моделей окремих етапів обробки інформації в радіолокаторах: просторової селекції, тимчасової та спектральної фільтрації сигналів, виявлення цілей, траєкторної обробки, розпізнавання цілей, аналізу обстановки.

Класична теорія радіолокації спирається на теоретичні припущення, далеко не всі з яких виконуються на практиці. Необхідність використання цих припущень обумовлена суттєвою складністю формалізації та математичного опису всього різноманіття впливаючих перешкод і інших факторів, відсутністю єдиної методології оцінки систем обробки в різних повітряних і перешкодових умовах.

При створенні зразків радіолокаторів з автоматичною обробкою інформації з'ясувалося, що класична теорія не завжди може бути застосована. За минулі роки, незважаючи на значні зусилля, початі для подолання виявлених труднощів, побудувати універсальну теорію автоматичної обробки радіолокаційної інформації поки що не вдалося.

Спостереження показують, що якщо в досить простих умовах сучасні радіолокаційні засоби успішно справляються зі своїми завданнями, то в складних умовах інтенсивного нальоту, нестаціонарних і не Гаусових перешкод їх ефективність може значно знижуватися: знижується достовірність інформації, що видається за рахунок появи великої кількості хибних відміток і появи хибних траєкторій. Непередбачуваність зовнішньої обстановки та висока динаміка її зміни створюють значні труднощі формалізації алгоритмів та забезпечення прийнятної якості їхньої роботи. Крім того, є й інші завдання, такі як розпізнавання ситуацій, аналіз та прогнозування обстановки, адаптація режимів роботи апаратури, що тягне за собою необхідність використання апріорної інформації про характер дії супротивника, що часто виражена в нечіткій формі. Класичні методи та алгоритми для вирішення вищезазначених завдань, що ґрунтуються на аналітичних моделях, найчастіше виявляються обмежено застосовними.

Якщо у розпорядженні наявні алгоритми, але не вистачає обчислювальних потужностей, після представлення алгоритму в нейромережевому базисі, нейронні мережі дозволяють використовувати апаратні засоби з масовим паралелізмом. Якщо ж алгоритмів не існує або вони недостатньо ефективні, нейронні мережі пропонують багатообіцяючий підхід до створення систем обробки, що мають такі привабливі риси як гнучкість, здатність адаптуватися до змін зовнішніх умов, зберігаючи стійко високу якість роботи.

Класичні підходи до побудови автоматичних виявників спираються або синтез параметричних, або непараметричних виявників.

Параметричний підхід спирається на вибір розподілів, у яких передбачається забезпечувати ефективну роботу, і побудову оптимальних виявників з урахуванням статистичної теорії прийняття рішень. Основна проблема – обґрунтований вибір розподілів, який впливає на якість виявлення у реальних умовах.

Непараметричні виявники спираються на припущення про незалежність процесів виявлення відліків сигналу, що не відповідає дійсності і при малих вибірках такі виявники мають високі енергетичні втрати. Автори ж класичної теорії далекі від того, щоб вважати, що нейронні мережі можуть забезпечити якість функціонування краще і що традиційна теорія статистичних рішень вже застаріла. Тому передбачається, що корисні будуть комбінації традиційних статистичних методів з нейронними мережами.

Суть проведених досліджень полягає у виокремленні схожих етапів обробки інформації у різноманітних системах, ефективність яких могла б бути підвищена за рахунок застосування технології нейронних мереж.

В рамках наукових досліджень було здійснено спробу проаналізувати відомі нейромережеві моделі для підвищення якості обробки радіолокаційної інформації в складних

умовах, а також синтез та оцінку якості окремих нейромережових структур, здатних вирішувати досить нетривіальні завдання обробки на етапі автоматичного виявлення позначок від цілей та траєкторної обробки. Серед наявного різноманіття відомих моделей було обрано три основні типи: асоціативна пам'ять Хопфілда, багат шаровий перцептрон і карти Кохонена, що самоорганізуються та здатні виділяти внутрішню структуру даних і впорядковувати їх відповідно до встановленої заздалегідь топології [7, 8].

Основна особливість нейромережового підходу, на яку робиться ставка при проведенні робіт, полягає у забезпеченні адаптивності, здатності підлаштовуватися під широкий діапазон зміни зовнішніх умов, які часто не записані попередньо у зручній математичній формі, і які взагалі проблематично описати простими математичними співвідношеннями.

Виявлені позначки від цілей проходять траєкторну (вторинну) обробку, у ході якої проводиться відсіювання основної маси помилкових відміток, і навіть визначаються швидкості переміщення цілей. На цьому етапі основні труднощі обумовлені високою ймовірністю неправильної ідентифікації відміток від цілей, одержуваних на послідовних періодах огляду локатора, і не завжди вдається правильно побудувати траєкторію цілей, що маневрують. Для забезпечення надійної ідентифікації та кластеризації відміток, а також для уточнення траєкторій їх переміщень використовуються нейромережові алгоритми.

Найбільша складність, з якою довелося зіткнутися, і для подолання якої розрахунок робиться саме на нейромережові методи, пов'язані з аналізом повітряної обстановки, включаючи розпізнавання цілей, агрегування інформації від джерел, вибір найбільш значущих цілей. Тут, на даний момент, роботи сконцентровані на задачі аналізу обстановки, а саме виборі найнебезпечніших цілей.

Іншими словами, становище, яке складається зараз в галузі радіолокації, в першу чергу, при роботі з повітряними цілями, коли типові часи обробки становлять секунди, а кількість цілей, що обробляються, зростає до декількох десятків або сотень, участь людини-оператора необхідно звести до мінімуму за рахунок розробки та застосування інтелектуальних методів обробки інформації.

У радіолокації, і в інших областях, де необхідно обробляти дані для того, щоб виявляти появу об'єктів, що цікавлять, визначати їх координати, аналізувати ситуацію, що складається, існує багато завдань, задовільного вирішення яких поки що немає. Для підвищення якості вирішення цих завдань робляться спроби застосувати нейромережову технологію в комплексі з класичними методами.

Список використаних джерел

1. Haykin S. and Thomson D, Signal Detection in a Nonstationary Environment Reformulated as an Adaptive Pattern Classification Problem II Proc. IEEE, 1998, v.86, pp. 2325-2344.
2. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation, NY: Macmillan, 1994.
3. Єзгор В.С., Гусєва І.І. Інтеграція доповненої реальності та нейронних мереж в навігаційних системах. Міжнародна науково-практична конференція «Вектори розвитку науки, освіти, технологій і суспільства в умовах глобалізації», м. Полтава, 19 жовтня 2023 р., С. 34-36.
4. Melnychenko A., Zdor K. Efficiency of Supplementary Outputs in Siamese Neural Networks. Advanced Information Systems, 2023. Volume 7, No. 3. P. 49 – 53.
5. Otrokh S.I., Sarafannikov O.V., Olienieva K.M. Driver behavior recognition based on neural networks theory. Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики", Київ, 25-28 квітня 2023 р. Т. 2. С. 200 – 201.
6. Отрох С., Ружинський В., Оленєва К., Беркман Л. Особливості використання алгоритмічного способу резервування PRC при модернізації комплексу первинних пристроїв синхронізації. Науковий журнал «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія», 2023. Том 3. № 1. С.47 – 52.

ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ АРХІТЕКТУРИ VIT ПЕРЕД НАВЧАННЯМ ШЛЯХОМ ВКЛЮЧЕННЯ АКТИВАЦІЙ МЕХАНІЗМУ САМОУВАГИ

Моделі глибокого навчання зробили можливою революцію в різних галузях штучного інтелекту. Останні роки популярності набули моделі архітектури transformer (трансформери), які спочатку розроблені для задач обробки природної мови (NLP), втім, змогли покращити точність в багатьох інших задачах. Зокрема, трансформери застосовуються в машинному перекладі, узагальненні текстів та системах запитань-відповідей [1].

Крім NLP, універсальність моделей трансформерів була продемонстрована в інших галузях. Наприклад, Vision Transformer (ViT) показав неабияку ефективність у задачах комп'ютерного зору, таких як класифікація зображень [2]. Трансформери також застосовуються в біоінформатиці для прогнозування згортання білків і в навчанні з підкріпленням для оптимізації систем управління.

Незважаючи на свою ефективність, трансформери мають високі вимоги до обчислювальних ресурсів та пам'яті. Ці проблеми, особливо актуальні під час розгортання в середовищах з обмеженими ресурсами, таких як периферійні пристрої або вбудовані системи, можна вирішити за допомогою методів прунінгу (видалення найменш значущих параметрів). Хоча ці методи не були спеціально розроблені для трансформерів, вони мають на меті зменшити складність архітектури нейронних мереж в цілому, роблячи їх більш ефективними та придатними для розгортання без значного зниження продуктивності.

В області оптимізації нейронних мереж були розроблені різні методи прунінгу для зменшення обчислювального навантаження та обсягу пам'яті [3]. Серед вагових методів прунінгу, прунінг на основі величини працює шляхом вибору ваг для виключення базуючись на абсолютних значеннях. Будучи доволі простим, цей метод може спричинити погіршення продуктивності, тому вимагає точного налаштування. Градієнтне відсікання використовує градієнти функції втрат для визначення менш значущих ваг для виключення, хоча і вимагає деяких обчислювальних витрат, які можуть збільшити час збіжності.

Альтернативною є підходи до прунінгу нейронів, такі як методи на основі активації та на основі цілей [4]. Прунінг на основі активації усуває нейрони, які демонструють стабільно низькі значення активації в наборі даних, тим самим покращуючи інтерпретованість моделі. Однак даний метод має ризик видалити нейрони, які є умовно важливими. Прунінг на основі цілей фокусується на нейронах, які роблять мінімальний внесок у загальну функцію втрат, і обрізає їх. Цей підхід вимагає великих обчислювальних затрат і ретельного налаштування гіперпараметрів.

Структурні методи прунінгу, включаючи фільтрування та блочний прунінг, спрямовані на модифікацію архітектури мережі. Обрізка фільтрів видаляє цілі фільтри в згорткових шарах на основі таких критеріїв, як їхня L1-норма. Блочний прунінг видаляє суміжні блоки ваг або нейронів, зберігаючи архітектуру, але потенційно може видаляти суттєві особливості.

Методи прунінгу перед навчанням, такі як SNIP, представляють унікальні парадигми [5, 6]. SNIP обчислює оцінку значущості для кожної ваги на основі її внеску у функцію втрат і відсікає найменш значущі ваги перед початком навчання. Однак цей метод може потребувати коригувань для конкретного набору даних. Нещодавні роботи підкреслили корисність SNIP для попереднього навчання, визначивши його як важливий шлях для оптимізації обчислень у нейронних мережах.

Незважаючи на високі показники ефективності методів прунінгу, значна кількість досліджень була проведена на типових моделях, тому існує потреба в дослідженнях методів і їх ефективності для моделей трансформерів. Дане дослідження має на меті підвищити ефективність методу прунінгу SNIP при використанні на моделях трансформерів шляхом

модифікації з включенням оцінок уваги до механізму вагових оцінок. Дослідження і результати були отримані в ході виконання наукової роботи за темами кафедри ІПЗЕ. В процесі дослідження було:

- розроблену нову модифікацію алгоритму SNIP, яка інтегрує оцінки уваги;
- проведена емпірична оцінка продуктивності модифікованого алгоритму на наборі даних про хвороби рослин;
- проведено порівняльний аналіз з оригінальним методом прунінгу для демонстрації ефективності модифікації.

Алгоритм SNIP призначений для прунінгу нейронних мереж перед початком навчання. Він обчислює оцінку важливості для кожної ваги в мережі на основі впливу видалення цієї ваги на функцію втрат. Ваги з нижчими показниками відсікаються, що призводить до розрідженої мережі, яку можна використовувати більш ефективно.

Метою SNIP є пошук розрідженої підмножини ваг W_s , де $W_s \subseteq W$, при якій функція втрат $L(W_s)$ мінімізуються. Тут, W представляє ваги у всій нейронній мережі, а $L(W)$ є функцією втрат, яку мережа прагне мінімізувати під час навчання. Основні кроки алгоритму такі:

- 1) нейронна мережа ініціалізується набором випадкових ваг, позначених як W ;
- 2) над міні-батчем навчальних даних виконується один прохід вперед і назад. Цей крок є вирішальним для обчислення градієнтів $\frac{\partial L}{\partial W}$ функції втрат для кожної ваги в W ;
- 3) важливість кожної ваги в обчислюється за формулою 1:

$$s_i = |w_i \times \frac{\partial L}{\partial w_i}| \quad (1)$$

де $\frac{\partial L}{\partial w_i}$ градієнт функції втрат по відношенню до ваги w_i ;

- 4) розраховані оцінки важливості нормалізуються для отримання за допомогою рівняння 2:

$$\hat{s}_i = \frac{s_i}{\sum_j s_j} \quad (2)$$

- 5) нормалізовані оцінки важливості сортуються в порядку зростання. Частка ρ ваг з найнижчими нормалізованими оцінками важливості відсікається від W , в результаті чого отримуємо відсічену множину W_s^1 :

$$W_s^1 = \{w_i \in W : \hat{s}_i \geq \rho\},$$

- 6) отримана мережа навчається за допомогою стандартних алгоритмів оптимізації.

Запропонована модифікація алгоритму SNIP передбачає врахування оцінок уваги, що генеруються моделлю трансформер, в обчислення показників важливості ваг. Механізм самоуваги дозволяє моделям зосереджуватися на різних частинах вхідних даних з різним ступенем акценту, подібно до того, як люди звертають увагу на конкретні деталі при сприйнятті інформації. Показники уваги, які вказують на важливість різних частин вхідної послідовності, використовуються для коригування вагових коефіцієнтів важливості.

Запропонований вдосконалений алгоритм Single-shot Network Pruning (SNIP) включає важливу модифікацію: включення показників уваги до критерію, що оцінюються для обчислення показника важливості. Новий критерій включає функцію втрат, активацію уваги та вектор виходу і розраховується за формулою 3:

$$L' = L(W) + \sum_j A_j + O \quad (3)$$

У новій формулі для критерію, A_j позначає суму виходів для j -го шару уваги, а O позначає суму тензора виходів. Таким чином, доповнена оцінка важливості стає:

$$s_i = |w_i \times \frac{\partial L'}{\partial w_i}| \quad (4)$$

Зворотний прохід для модифікованих критеріїв збільшує значення градієнта в залежності від чутливості кожної окремої ваги в шарах уваги. Враховуючи важливість механізмів уваги в моделях трансформерів, ця інформація є важливою для ефективного прунінгу.

Обґрунтування ефективності цього підходу полягає в спеціалізованій функції механізмів уваги в архітектурах трансформерів, які є критично важливими для ефективної роботи цих моделей. Додаючи активації уваги до обрахування критерію, підвищується значення важливості вагів, які найбільше впливають на обрахування уваги в моделі.

Експерименти були проведені на базі даних про хвороби рослин (Plant Disease Dataset), яка містить десятки тисяч зображень і пропонує огляд різноманітних видів рослин (рисунк 1). Мітки містять опис хвороби, що дозволяє навчити модель для класифікації здорових та хворих рослин.

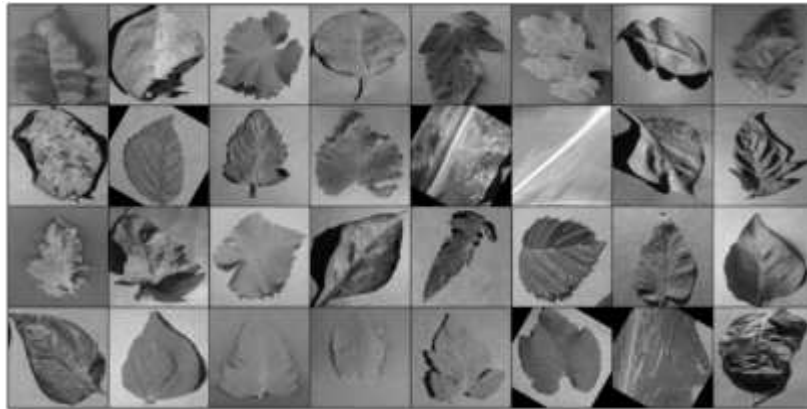


Рисунок 1 - Зразок набору даних про хвороби рослин

Блок трансформеру у моделі ViT імплементовано згідно архітектури Linformer для досягнення обчислювальної ефективності без втрати продуктивності (Рисунок 2).

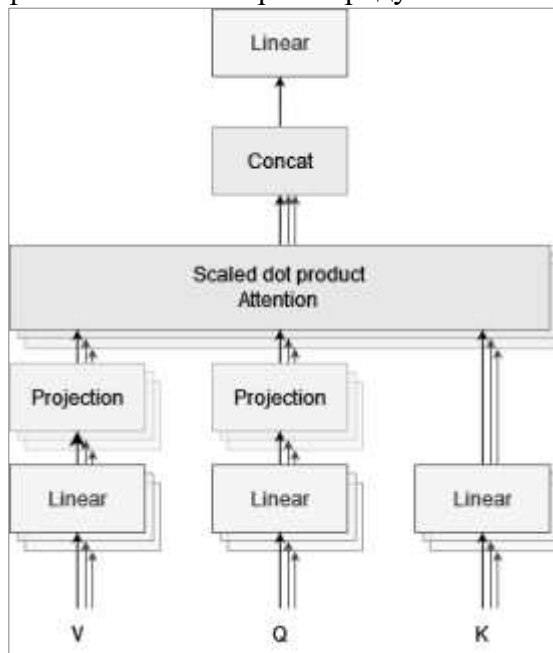


Рисунок 2 – Архітектура Linformer

Він розроблений для ефективної обробки довгих послідовностей за рахунок зменшення часової складності механізму самоуваги з $O(n^2)$ до $O(n)$, де n - довжина послідовності.

Архітектура Linformer в експерименті налаштована на довжину послідовності 50, яка включає 49 патчів та один токен класу. Розмірність моделі встановлено на 128, вона складається з 12 шарів (глибина) з 8 головами уваги. Розмір ядра для механізму уваги встановлено на 64. Блок Linformer інтегровано в модель Vision Transformer, адаптовану для задач класифікації зображень. Вхідні зображення змінюються до розміру 224×224 пікселів і розбиваються на ділянки розміром 32×32 . Потім ці ділянки лінійно вбудовуються у 128-вимірний простір, що відповідає розмірності Linformer. Каналів вхідного зображення встановлено на 3, що відповідає колірному простору RGB.

Модель навчалася протягом 50 епох, і її ефективність була оцінена порівняно з базовим алгоритмом SNIP. Як показано в таблиці 1, модифікований метод досягнув точності навчання 98,9% і точності перевірки 94,9%, порівняно з немодифікованим методом 67,9% і 57,9%, відповідно.

Таблиця 1 - Результати тренування

Метод	Точність (тренувальна вибірка)	Функція втрат (тренувальна вибірка)	Точність (валідаційна вибірка)	Функція втрат (валідаційна вибірка)
SNIP	67.9	1.01	57.9	1.22
Modified SNIP	98.9	0.03	94.9	0.18

Висновки

В результаті експерименту було досягнуто покращення точності на валідаційній вибірці на 37%. Крім того, модифікований метод також показав значно нижчі значення втрат: втрати при навчанні становлять 0,03, а втрати при перевірці - 0,18, на відміну від 1,01 і 1,22 у базовому варіанті, відповідно. Кінцева модель містить розріджені ваги, що налічуються лише 275,738 параметрів, становлячи лише 10% від початкових параметрів. Наступними перспективними дослідженнями можуть стати експерименти з розрідженими матрицями для пришвидшення тренування, коригування вагів і поступове додавання параметрів під час навчання, а також дослідження інтерпретації результуючих коефіцієнтів важливості вагів.

Список використаних джерел

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser L., Polosukhin I. (2017). Attention Is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems* 30 (NIPS 2017). DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>.
2. Dosovitskiy A., Beyer L., Kolesnikov A., Weissenborn D., Zhai X., Unterthiner T., Dehghani M., Minderer M., Heigold G., Gelly S., Uszkoreit J., Houlsby N. (2021). An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale. *Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR 2021)*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11929>.
3. Han S., Mao H., & Dally W. J. (2016). Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding. *ArXiv preprint, arXiv:1510.00149*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1510.00149>.
4. Hu H., Peng R., Tai Y-W., & Tang C-K. (2016). Network Trimming: A Data-Driven Neuron Pruning Approach towards Efficient Deep Architectures. *ArXiv preprint, arXiv:1607.03250*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1607.03250>.
5. Lee N., Ajanthan T., & Torr P. H. S. (2019). SNIP: Single-shot Network Pruning based on Connection Sensitivity. *Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.02340>.
6. Frankle J., & Carbin M. (2019). The Lottery Ticket Hypothesis: Finding Sparse, Trainable Neural Networks. *Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1803.03635>

Проботюк А.О. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Проботюк Д.А. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

СУЧАСНІ РІШЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ

Управління контентом сьогодні є досить важливим аспектом для багатьох проєктів, адже в наш час потрібно швидко налаштовувати контент. Одним із інноваційних інструментів у цьому контексті є системи керування контентом "без голови" (Headless CMS). Вони надають розробникам велику свободу в виборі технологій та мов програмування, дозволяючи працювати з вмістом за допомогою різних інструментів. Однією з головних переваг таких систем є централізоване управління контентом з одного інтерфейсу, що робить процес керування більш зручним та продуктивним.

Метою моєї роботи було дослідити системи керування контентом та їх вплив на розробку й управління контентом в умовах глобальної цифровізації. Було проведено аналіз переваг та недоліків цих систем, їх роль у сучасному програмуванні, а також вплив на продуктивність та ресурсомісткість проєктів.

Завдання дослідження полягало, в першу чергу, в аналізі підходів при створенні систем керувань контентом. Було розглянуто традиційні системи, такі як Wordpress, Joomla, Drupal, Magento та інші. Всі представлені системи написані мовою PHP та є монолітом, тобто фронтенд і бекенд лежать в одному місці. Основною проблемою таких систем є те, що в них немає зовнішнього API, тож цей функціонал потрібно писати окремо. Відносно новий тип систем керування контентом - це Headless CMS. Яскравими прикладами є Strapi, Contentful та Sanity. Розглянемо принцип роботи Headless систем керування контентом. Адміністративний інтерфейс відповідає за створення API та бази даних; API, в свою чергу, створюється на основі структури бази даних. Далі за допомогою API будь-які сервіси - будь-то сайт чи інший застосунок - можуть отримувати інформацію від системи.

Тема роботи є актуальною, оскільки система повинна генерувати структуру бази даних та API, що економить час розробнику, бо допомагає швидко будувати контент та автоматизує багато процесів, які йому потрібно виконувати, внаслідок чого дана система є гнучкою, а також економить гроші для замовника. Система також є захищеною, адже доступ до неї є тільки у розробників та контент-менеджерів. Однак основні її переваги - це централізованість та кросплатформеність, оскільки весь контент редагується з одного місця одразу для всіх платформ, які взаємодіють з системою за допомогою API.

Для розробки інтерфейсу системи використовувався Javascript фреймворк Vue.js, а для серверної частини - PHP фреймворк Laravel. Пакет з системою управління контентом був розміщений у Github для зручного її встановлення за посиланням: <https://github.com/probytech/proadmin>.

Розглянемо роботу з системою, яку виконує розробник. Для початку він повинен встановити систему і може скористатися для цього інструкцією на Github. Оскільки розробник є адміністратором системи, він має доступ до всього, проте нас цікавить саме створення структури бази даних. Для цього розробнику потрібно ввести необхідні налаштування для таблиць бази даних та задати відповідні налаштування полів.

Система генерує п'ять типів запитів по API: GET для отримання списку всіх записів з таблиці бази даних, GET для отримання конкретного запису з таблиці за його порядковим номером, POST для створення запису, PUT для оновлення даних та DELETE для видалення запису з таблиці. Повну інформацію про ці запити можна побачити у документації, яка знаходиться в системі. Вона описує кожен запит: які параметри потрібно передавати, їх типи даних та короткий опис кожного з них.

Список використаних джерел

1. Проботюк А.О. Система збереження та каталогізації графічних зображень: дипломний проєкт бакалавра: 123 Комп'ютерна інженерія. Київ, 2020. 65 с.

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ І АНАЛІЗУ ПОВЕДІНКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

У сучасному світі звичним явищем є високонавантажені та розподілені інформаційні системи, які використовуються у всіх аспектах людського життя. Мабуть, найбільш розповсюдженим прикладом буде YouTube.com – відеохостинг, який доступний по всьому світу. У той самий час YouTube.com – далеко не єдиний та не релевантний приклад для багатьох інших сфер – освіта та навчання, торгівля, медицина та інші. Також сильно відрізняється сценарій використання систем – внутрішні системи, B2B, B2C та інші. У той самий час усі системи поєднує те, що системи мають бути швидкими, стабільними та надавати достатньо високий рівень користувацького досвіду.

Невід'ємною частиною забезпечення високого рівня користувацького досвіду та стабільності системи є спостереження та аналіз поведінки системи у реальному часі а також аналіз історичної поведінки системи. Уявімо, що ми, як спеціалісти по розробці, впровадженню та підтримки систем оперуємо і високонавантаженим розподіленим маркетплейсом, наприклад amazon.com та rozetka.com.ua. Дані системи є високонавантаженими та, у випадку amazon.com, географічно розподіленими.

Отже, вимоги побудови географічно-розподіленої та високонавантаженої системи накладають низку вимог та обмежень, які варто враховувати при розробці системи такого класу. Наведемо їх: Швидке розгортання та згортання на вимогу копій системи. Географічно-розподілена або сегментована база даних. Постійний аналіз та моніторинг показників системи. Інструментарій історичної поведінки системи. Робота 24/7 та оновлення без down-time. Враховуючи дані вимоги, для системи даного класу актуальним будуть наступні рішення:

- використання контейнеризації як способу доставки системи та розгортання системи;
- використання оркестратора контейнерів для автоматичного масштабування та моніторингу стану контейнерів;
- використання системи моніторингу показників;
- використання системи моніторингу логів;
- використання системи трасування системи.

Використання контейнеризації як способу доставки та розгортання системи. З точки зору інженера, фактичним стандартами розробки є OS Linux(<https://www.linux.org>), як середовище виконання та Docker Image (<https://www.docker.com>), як формат розробки програмного забезпечення. Використання даних технологій дозволяє стандартизувати runtime системи та гарантувати що розроблене програмне забезпечення буде сумісне із будь-яким оркестратором контейнерів. Із точки зору інженера – docker забезпечує ідентичне середовище для розробки та запуску системи на всіх етапах – розробка, тестування, розгортання у тестовому середовищі, розгортання у реальному середовищі. Для доставки контейнерів використовується реєстр образів (image registry), яка по суті є системою зберігання та версіонування системи.

Використання оркестратора контейнерів – це наступний необхідний крок для розгортання та масштабування системи такого класу. Варто зазначити, що на пряму використання оркестратора не накладає будь-яких обмежень на інженера, але у той самий час його необхідно приймати до уваги, оскільки йому можна і треба делегувати певні функції системи. Прикладами таких є:

- оновлення версій системи без down-time. Використовуючи інструментарій оркестратора копії системи поступово замінюють одна одну, допоки в не буде розгорнута нова версія системи;

– моніторинг навантаження та масштабування системи. Типовою задачею для оркестратора є моніторинг використання ресурсів як то CPU та пам'ять. При досягненні певного встановленого значення буде розгорнута нова версія системи та трафік буде перерозподілений із використанням нової копії. Також, при спаданні навантаження кількість копій системи буде зменшена;

– оркестрація плановими задачами. Наприклад, оркестратор гарантує виконання планової задачі по заному графіку із заданим числом копій.

Таким чином хоча оркестратор і не є інструментом програмування, але він на пряму впливає на те, яким чином система буде побудована та розгорнута. Найбільш розповсюдженим оркестратом є Kubernetes (<https://kubernetes.io/>).

Використання системи моніторингу показників є необхідністю для аналізу поведінки системи у реальному часі. У даному необхідно розуміти що «показниками» є не тільки використання ресурсів системи, а й аналіз певних запитів чи сценаріїв. Прикладом показників для системи маркетплейсу будуть «кількість заходів на певну сторінку» або «розподіл по середньому часу відкриття певної сторінки». Актуальними є системи мультимірною наглядом та моніторингу поведінки, наприклад Prometheus (<https://prometheus.io>) та Grafana (<https://grafana.com>).

Використання централізованої системи збору та аналізу логів є наступним актуальним кроком у побудові системи даного класу. Варто зазначити, що важливим є контекстуальне логування, оскільки необхідно мати можливість дати відповіді на наступні запитання: До якого запиту якої активності відноситься даний запис? Які ще записи відносяться до даної активності? Яким є хронологічний порядок записів? Які параметри системи призвели до появи даного запису? Прикладами такої системи будуть OpenSearch (<https://opensearch.org>) та ELK стек (<https://www.elastic.co>).

Використання системи трасування є необхідністю для розуміння внутрішньої структури запитів та викликів компонентів системи, а також є необхідним зв'язковим компонентом системи логів у розподіленій системі. Існує багато систем, як платних так і безкоштовних, які надають дані можливості, але спільним є те що для деталізації трасування необхідне використання SDK трасування у процесі розробки системи. Прикладами даних систем є Jaeger (<https://www.jaegertracing.io>), Instana (<https://www.ibm.com/products/instana>) та OpenTelemetry (<https://opentelemetry.io>) як стандарт індустрії.

Підсумовуючи варто зазначити, що лише використання усіх інструментів та SDK разом дозволяє побудувати високонавантажену, розподілену та масштабовану систему. Розглядаючи типовий користувацький запит точкою входу буде Ingress Controller оркестратора, далі запит буде перенаправлено на одну із запущених копій (контейнерів системи), далі буде присвоєний або використаний TraceID, як з'в'язуючий компонент для подальших логів та викликів інших компонентів системи. Під час запиту будуть зібрані та оновлені запити у реєстрі метрик (Prometheus). При невідповідності показників планованим значенням Prometheus використовує механізми оповіщення команди. Також, дані показників будуть збережені для подальшого аналізу поведінки системи за допомогою Grafana (системи візуалізації метрик, трейсів та логів).

Список використаних джерел

1. Parker, A., Spoonhower, D., Mace, J., Sigelman, B., & Isaacs, R. (2020). Distributed tracing in practice: Instrumenting, analyzing, and debugging microservices. O'Reilly Media.
2. Li, B., Peng, X., Xiang, Q., Wang, H., Xie, T., Sun, J., & Liu, X. (2022). Enjoy your observability: an industrial survey of microservice tracing and analysis. *Empirical Software Engineering*, 27, 1-28.
2. Khanahmadi, M., Shameli-Sendi, A., Jabbarifar, M., Fournier, Q., & Dagenais, M. (2023). Detection of microservice-based software anomalies based on OpenTracing in cloud. *Software: Practice and Experience*.
3. Bento, A., Correia, J., Filipe, R., Araujo, F., & Cardoso, J. (2021). Automated analysis of distributed tracing: Challenges and research directions. *Journal of Grid Computing*, 19, 1-15.

РОЗПІЗНАВАННЯ ПАТЕРНІВ У НАБОРАХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

У сучасному світі розпізнавання патернів у наборах зображень займає ключове місце у різноманітних сферах, від біометричної безпеки до медичної діагностики. Одним із найперспективніших методів в цій галузі є використання згорткових нейронних мереж (ЗНМ). Ці мережі здатні автоматично виявляти та аналізувати складні візуальні взірці, що робить їх ідеальними для розпізнавання образів. Проте, точність та надійність таких систем залишається важливим питанням, особливо у контексті розпізнавання живості відбитків пальців, де висока точність є критично важливою для безпеки та приватності.

Методологія дослідження

Основна модель, досліджена у цьому дослідженні, - це згорткова нейронна мережа (ЗНМ), яка включає декілька шарів: вхідний шар для прийняття зображень, згорткові шари для виявлення локальних патернів, шари max pooling для зменшення розміру даних, шари активації ReLU, що додають нелінійність, та шари Flatten для перетворення даних у вектор. Завершується модель повнозв'язними шарами (Dense) та вихідним шаром, який використовує softmax для класифікації на справжні та підроблені відбитки пальців. Модель оптимізована за допомогою алгоритму Adam, використовується функція втрат Sparse Categorical Cross Entropy, і оцінюється за такими метриками, як точність, відсоток помилкового прийняття (ВПП) та відсоток помилкового відхилення (ВПВ).

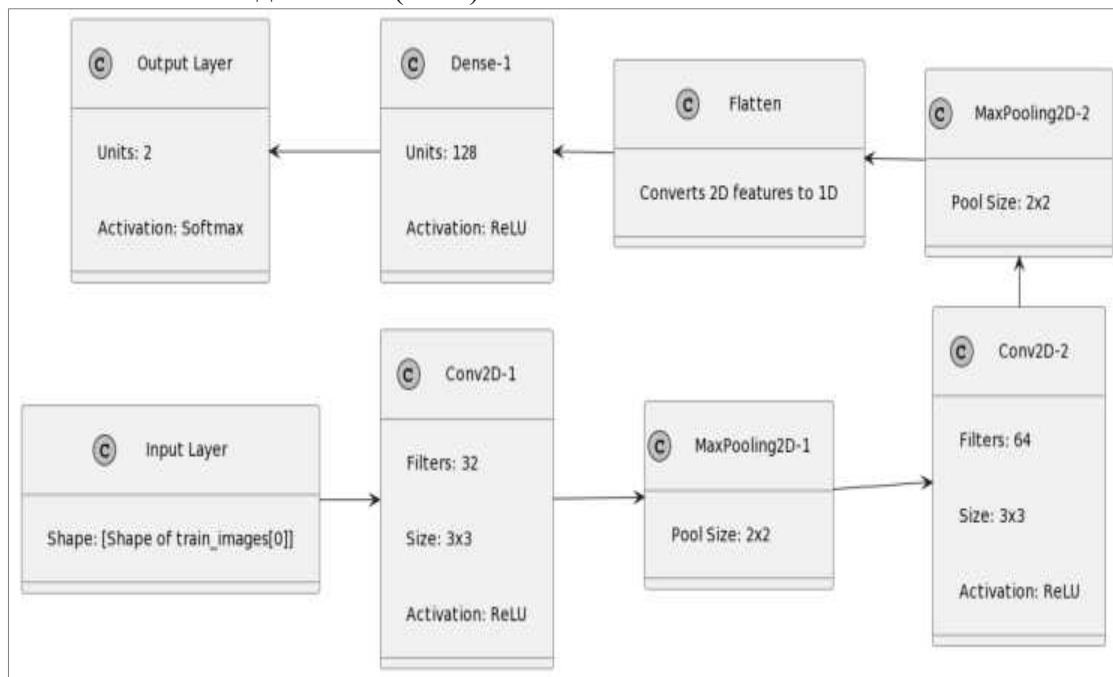


Рисунок 1. Архітектура згорткової нейронної мережі для розпізнавання патернів зображень

Результати Експерименту

У дослідженні ЗНМ була навчена на наборі даних SocoFing для визначення справжності відбитків пальців. Результати тренування та валідації показали високу точність моделі, досягаючи 98.964%.

Під час тестування модель показала відсоток помилкового прийняття (ВПП) 0.215% та відсоток помилкового відхилення (ВПВ) 7.251%, що вказує на необхідність подальших оптимізацій.

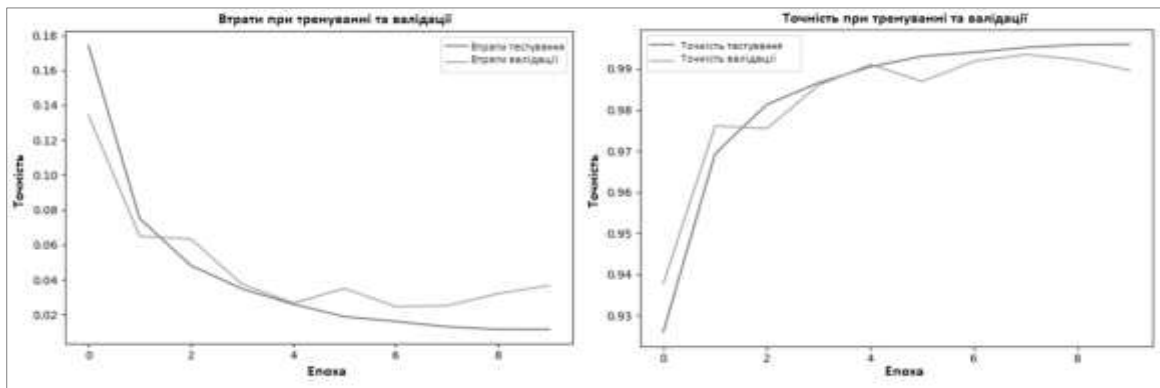


Рисунок 2 - Криві Точності та Втрат при Навчанні та Перевірці

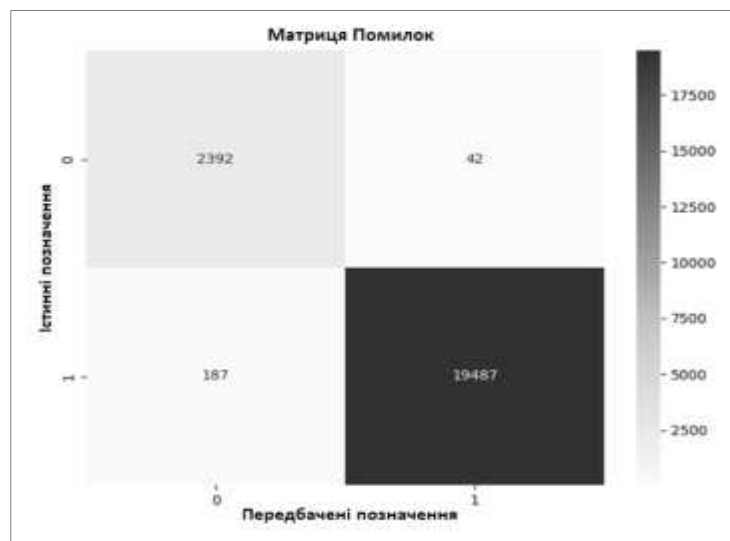


Рисунок 3. Матриця Помилки

Висновки

Результати експерименту показали високу ефективність застосування згорткової нейронної мережі у задачі розпізнавання живості відбитків пальців. Мережа досягла вражаючої точності розпізнавання, з низькими показниками помилково позитивних та помилково негативних результатів. Ці дані підкреслюють потенціал згорткових нейронних мереж у підвищенні безпеки біометричних систем. Додатково, аналіз показав важливість ретельного вибору архітектури мережі та гіпер-параметрів для оптимізації її роботи в реальних умовах.

Список використаних джерел

1. Кріхен, М. (2023). Згорткові нейронні мережі: опитування. Комп'ютери, 12(8), 151.
2. Пуріш, С. В., Яковенко, Р. О., & Годовиченко, М. А. (2023). Задача вибору біометричних ознак в системах біометричної ідентифікації людини. In «Сучасні інформаційні технології–2023»=«Modern Information Technology–2023» (pp. 11-13).
3. Nazarkevych, M., Logoyda, M., Dmytruk, S., & Voznyi, Y. (2019). Identification of biometric images using latent elements. CEUR Workshop Proceedings. EID: 2-s2.0-85074659529
4. Nazarkevych, M., & Nazarkevych, H. (2019). Ateb-Gabor filtering method in fingerprint recognition. Procedia Computer Science, 160, 30-37.
5. Kothadiya, D., Bhatt, C., Soni, D., Gadhe, K., Patel, S., Bruno, A., & Mazzeo, P. L. (2023). Enhancing Fingerprint Liveness Detection Accuracy Using Deep Learning: A Comprehensive Study and Novel Approach. Journal of Imaging, 9(8), 158.

ЗБІР ТА ПЕРВИННА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ

Збір бібліографічної інформації широко використовується у вирішенні питань аналізу міжнародної діяльності. Це необхідно задля оцінки дослідницьких організацій та їх подальшого фінансування.

Наочним прикладом міжнародної діяльності є наукові статті. Для зберігання наукових статей широко використовуються бібліографічні та реферативні бази даних. Ці бази даних є практичним інструментом для відстеження ключової інформації про статті, які було опубліковано у наукових виданнях, а тому також ці бази - основне джерело даних для проведення оціночних досліджень.

Ці статті зазвичай індексуються за:

- тематикою;
- ключовими словами;
- авторами;
- датою публікації;
- авторитетністю (рейтингом).

Пошук статей за необхідною тематикою, порівняння їх між собою для виокремлення кращих, перевірка їх на актуальність на даний час (дата публікації), перевірка авторитетності видавця, перегляд його діяльності та пошук іншої необхідної інформації - для виконання цих дій користувачем вручну потребує багато часу.

Звідси виникає потреба вирішення задачі автоматизації процесу збору необхідних даних з бібліографічних та реферативних баз даних. Для автоматизації часто використовують метод парсингу.

Парсинг - процес послідовного синтаксичного аналізу інформації, яка знаходиться на сторінках інтернету через парсер. Парсер - програма або скрипт, яка дає змогу виконати даний аналіз.

Процес парсингу поділяється на 4 основні частини:

- отримання вихідного коду з html сторінки;
- винесення з вихідного коду необхідних даних;
- конвертація даних у визначений формат;
- збереження даних у заздалегідь встановлене місце (база даних чи папка).

Процес збирання інформації можна зобразити графічно (рисунок 1).

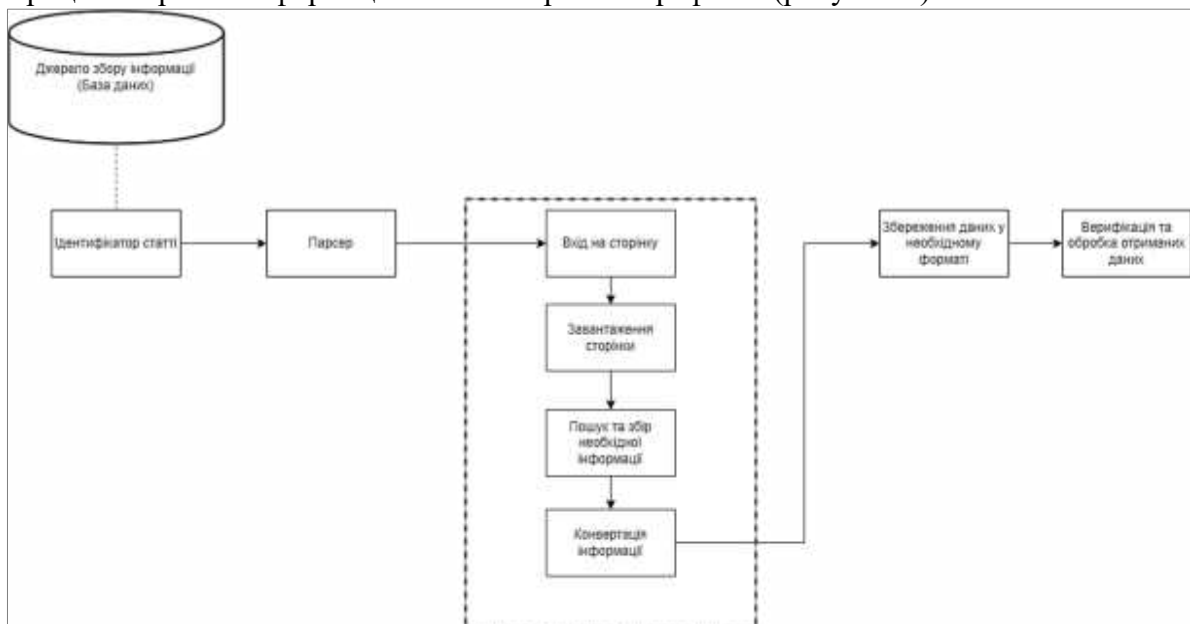


Рисунок 1 - Процес збирання інформації

У процесі виконання задачі виникає нова проблема: сервер визначає парсери та блокує їх роботу, оскільки робота парсера виконується нетипово для звичайної людини. Щоб обійти систему безпеки сервера, зробивши дії парсера схожими на ті, які виконує звичайний користувач при роботі на ресурсі, необхідно використовувати підхід формування даних User Agent. При використанні User Agent серверу надається інформація, яка схожа на ту, яку надає кожен користувач при роботі з сервером. Також необхідно робити “динамічну паузу” при кожному запиті, оскільки занадто швидкі запити на отримання даних можуть теж видати роботу скрипту.

Список використаних джерел

1. Етапи створення веб-сайтів. URL: http://alextexnok.blogspot.com/p/blog-page_85.html (дата звернення: 10.11.2024).
2. Поняття, структура та різновиди веб-сайтів. Автоматизоване розроблення веб-сайтів. URL: <http://www.ndu.edu.ua/liceum/web.pdf> (дата звернення: 17.11.2024).

Секція 2

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

ОБМІН ДОСВІДОМ МІЖ АГЕНТАМИ В БАГАТОАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ

За допомогою систем з багатоагентних розв'язують все більше завдань у різних галузях науки та техніки. Такі системи відзначаються стабільністю та стійкістю до відмов, хоч і можуть поступатися ефективністю роботи кожного окремого агента. Вони дозволяють відійти від традиційних методів математичного моделювання та інженерних практик, які розглядають складну систему як централізовану та неподільну. Замість цього, багатоагентні системи працюють з системою як з набором індивідуальних, розумних компонентів, що взаємодіють між собою. Це дозволяє розв'язувати складні, незрозумілі задачі з непрозорою логікою, рівняння тощо.

Програмні агенти є незалежними й може бути оброблені паралельно, без необхідності синхронізації. Фізичні ж агенти мають всю необхідну інфраструктуру для самостійних дій.

Архітектура багатоагентних систем нагадує реальні системи, такі як фінансові ринки, транспортні системи, соціальні структури тощо, що мотивує їх використання для вирішення подібних завдань. Важливо відзначити, що багатоагентні системи розвиваються у різних напрямках, існуючи як спосіб моделювання, інтелектуальні програмні системи або фізичні системи. Проте, оптимальність їх роботи залишається предметом обговорення. Існує проблема узагальнення та розділення алгоритмів оптимізації в залежності від обраної архітектури, наприклад, від здатності до навчання або наявності центрів у системі.

Мультиагентна система, також відома як багатоагентна система (MAS - Multi-Agent System), являє собою систему, яка складається з більше ніж одного інтелектуального агента та середовища, в якому вони діють, обмінюються знанням та кооперуються. Ці системи не мають чітких центрів, жодна з її частин не описує задачу в цілому. Проте, зібрані докупи, частини володіють властивістю самоорганізації, та розв'язання кінцевої проблеми всієї системи.

Для прикладу, в комп'ютерній грі, кожен неігровий персонаж має власні характеристики, задачі та цілі, жоден з них не здатний виконати все, а певні механіки працюють тільки при взаємодії. Загальна ж ціль гри (багатоагентної системи) - створення екосистеми для гравця, досягається лише правильним узгодженням цілей агентів. Створення таких систем тісно пов'язано із завданнями розробки штучного інтелекту.

Узагальнено, термін "агент" може вказувати на реальну або віртуальну, автономну, інтелектуальну сутність, обладнану власними цілями. Цілі, та механізм їх визначення вказується інженером при проектуванні. Агент може самостійно вирішувати завдання або взаємодіяти з іншими агентами для їх досягнення. Він може отримувати інформацію від середовища або від інших агентів (через сенсори, канали зв'язку тощо), а також взаємодіяти з ними (для фізичних систем – за допомогою актуаторів, для програмних - програмні інтерфейси).

Агентам властиві такі характеристики:

- 1) автономність – можливість контролювати свої дії, здатність діяти без прямого втручання ззовні, та виконувати закладені задачі;
- 2) індивідуальність світосприйняття – виникає через різницю в механізмах сприйняття (сенсорах), неповторності певного досвіду, що зумовлено територіальною віддаленістю один від одного (для фізичних систем) чи різницею в програмному середовищі тощо;
- 3) обмеженість сприйняття – жоден агент не має глобального бачення ситуації або вона занадто складна та не може бути їм використана;
- 4) децентралізованість – жоден агент не контролює всю систему (інакше вона перетвориться в монолітну систему).

Очевидно, що відсутність центру, що володіє всією інформацією, та може ефективно використовувати ресурси для контролю всієї системи, зменшує реакційність та оптимальність

дій агентів. Проте, центр завжди є слабкою ланкою системи, адже його вихід із строю паралізує будь-яку роботу.

Логічним є бажання покращити якість роботи системи, чи окремих агентів, за певними метриками. При умовному розподілі агентів за інтелектуальністю, можна запропонувати таку дихотомію [1]:

1) рефлексорні (реакційні) – їх реакція спричинена змінами в навколишньому світі. Умови дій таких агентів визначено розробниками в формі “якщо-то”;

2) рефлексорні, що засновано на моделі – мають певне розуміння (модель) того, як працює світ, зберігають деякий внутрішній стан, заснований на попередній історії сприйняття;

3) засновані на цілях агенти – мають певний закладений набір цілей (бажаних станів), та функцію, що вказує на його досягнення. Відповідно, також мають модель і можуть прогнозувати, як можливі дії впливають на досягнення цільових станів;

4) засновані на корисності агенти – замість набору цілей представлена функція, що має локальні мінімуми/максимуми, а також локальні екстремуми. Ціль агента - досягти своїми діями максимізації функції користі (або мінімізації функції помилки). Такі агенти можуть обирати більш пріоритетні дії, краще орієнтуватися в багатокрокових стратегіях, ніж засновані на цілі.

5) здатні до навчання – такі агенти здатні навчатися на власному досвіді, оцінювати свої дії, підлаштовуватись під середовище, для покращення продуктивності. Таких агентів іноді називають когнітивними.

Методи оптимізації певних метрик для перших чотирьох видів агентів добре вивчені, та досліджені. Проте, все частіше застосовуються агенти, здатні до навчання. Вони можуть підлаштовуватись навіть під нові умови, які не були враховані під час їх проектування. Причиною деградації моделей машинного навчання зазвичай є одна з двох причин:

1) отримання нової, досі невідомої інформації, що викриває реальні залежності та розподіли точніше, ніж було відомо. Для прикладу, на момент навчання були доступні лише дані, з повернувшихся літаків. Але з розвитком технологій, навіть після аварії стали доступні дані з чорної скриньки, що дало можливість покращити системи автопілоту.

2) зміна навколишнього світу. Для прикладу, цільова аудиторія системи подорослішала і приймає інші рішення, ніж раніше [2].

Перевага агентів, що здатні до навчання агентів саме в тому, що вони постійно навчаються і покращуються, тому можуть підтримувати рівень якості роботи з часом без деградації і втручання когось (що зумовлене автономністю).

Механізм навчання агентів багато в чому зумовлений особливостями багатоагентних систем. Централізований збір досвіду в єдине сховище, з подальшим централізованим навчанням єдиної моделі, що буде поставлена кожному агенту є неможливою. Проте, більшість моделей машинного навчання саме так і працюють в якості SaaS. Часто це зумовлене складністю та вимогливістю моделі, що рідко може бути запущена на клієнті. Якщо ж і може (для прикладу, голосові помічники в телефоні), то їх досвід все одно централізовано збирається і обробляється, після чого поширюється клієнтам у вигляді оновлення.

Тим не менш, існують ситуації, коли поширення досвіду є неможливим, чи не бажаним. Прикладом є поширення персональної інформації, історії хвороб, банківської інформації тощо. Іншим прикладом може стати концепція Web 3.0, що пропонує децентралізацію, і може бути названа багатоагентною системою. Також прикладом може бути автономні системи, що самостійно виконують роботу без постійного, стабільного підключення до каналів зв'язку. А зберігання даних на таких носіях може бути небажаним, через можливість їх витоку.

Основним механізмом навчання для агентів є Reinforcement learning (рисунок 1) [3]. Агент може отримати стан системи S_t (згідно до інтерфейсу, що він має), на основі чого він обирає певну дію A_t . Згідно до дії агенту, середовище змінює свій стан у S_{t+1} та розраховується нагорода R_{t+1} , на основі чого агент вчиться.

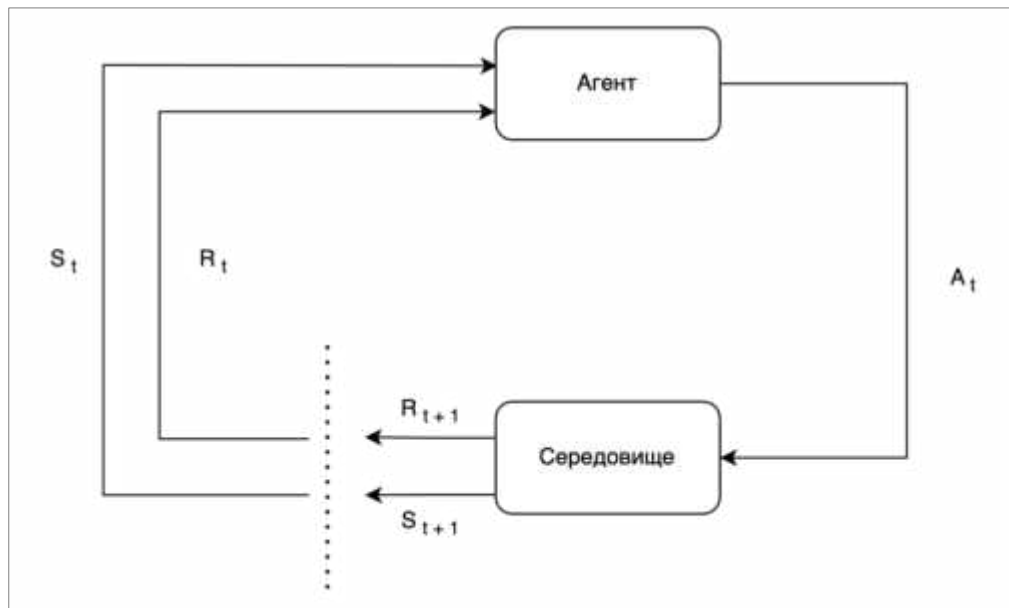


Рисунок 1 - Схема роботи Reinforcement learning

Такий підхід практиці доводить свою працездатність. Проте, агент вчиться тільки на своєму досвіді, що може бути неповторним для інших агентів. Так само, інші агенти опрацьовують ситуації, що не побачить цей агент. Очевидно, що використання досвіду більш ніж одного агента для хЗ навчання здатно пришвидшити темпи навчання за рахунок збільшення кількості кейсів, проте й спричинить вирівнювання експертності, в разі якщо певний агент постійно отримує ситуації специфічного типу.

Досвід (знання) можуть бути передані двома шляхами:

- 1) абстрактне знання (генералізована формула, рівняння залежності, алгоритм, тощо);
- 2) набір приклад - правильна відповідь.

Наразі, абстрактне знання здатні сприймати (з деякими “але”) лише дуже обмежена кількість надпотужних моделей, такі як Chat GPT. Для деяких моделей також можливе певне узгодження. Для прикладу, середнє значення між вагами моделі лінійної регресії, є певним узгодженням. Тим не менш, такий спосіб є вкрай обмеженим і не дозволяє обмінюватися досвідом між моделями з різними архітектурами.

Наразі існує доволі мало робіт, про обмін досвідом між агентами, проте, було досліджено застосування механізму Knowledge Distillation [4]. У машинному навчанні дистиляція знань або дистиляція моделі – це процес передачі знань від великої моделі (моделі з більшою здатністю вловлювати залежності в даних, утримувати більше зв’язків) до меншої (простіша модель). Проте, так само можна спробувати передати знання від експертної моделі до менш навченої. Моделі при цьому можуть бути як однаковими, так і різними за архітектурою. Головною ідеєю тут буде узгодити передбачення вчителя та учня, помилка розраховується як різниця передбачень учня і вчителя. Такий підхід дозволяє навчатися навіть на нерозмічених даних, адже передбачення вчителя вважаються за істині.

Підхід Knowledge Distillation можна також спробувати застосувати не тільки для моделей, що мають значну загальну різницю в досвіді. У випадку, коли дані можна чітко розділити на певні, пов’язані групи, модель-вчитель може мати більше досвіду роботи з певною групою даних, і бути в ній більш професійною, навіть, якщо загальна кількість кейсів у вчителя й учня однакові.

Проблемою Knowledge Distillation є необхідність використати велику кількість даних для передачі знань. Агент може накопичувати цей досвід в внутрішній пам’яті, а потім застосувати підходи аугментації даних, для збільшення його кількості. Проте, з накопиченням достатньо великого набору, задача збереження даних займає достатньо велику побічну роль, що посилює вимоги до агента.

Потенціальним розв'язання проблеми є кодування досвіду агента в певну мета-структуру, з якої потім його можливо відтворити. Для прикладу, сформувані декілька центрів кластерів, що будуть “ковзати” в просторі з кожною новою точкою даних, з додатковою інформацією про стандартне відхилення в кожному просторі, кількість точок та точність передбачень для кожного кластеру (рисунок 2). Такий підхід кодує досвід агента в декілька нормальних розподілів точок, що з певною точністю кодує реальний досвід, та дасть можливість диференціювати “зони експертності”. Також існують інші способи, як творення ланцюга Маркова чи навчання Variational autoencoder чи GAN моделі.

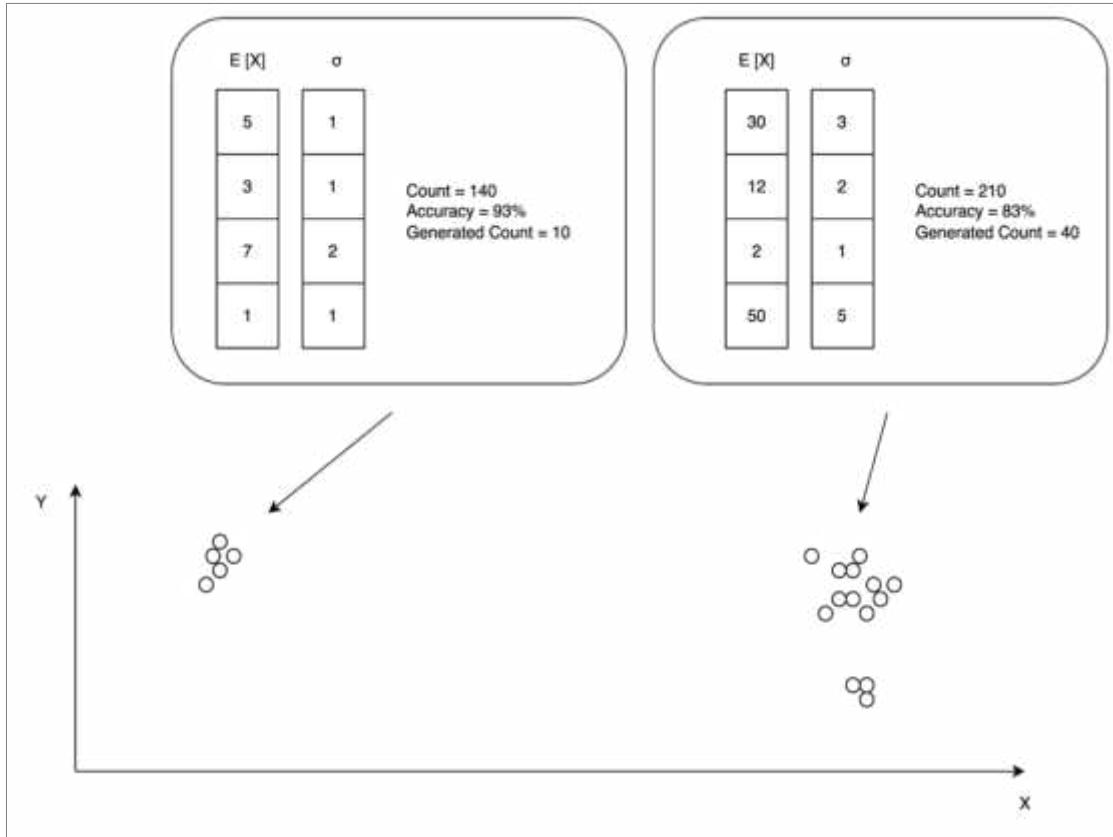


Рисунок 2 - Приклад кодування даних їх центрами кластерів

Результатом об'єднання двох кроків описаних зверху є ситуація, коли агент-вчитель не тільки дає учню правильні відповіді, але й вигадує ситуацію для навчання (за аналогією, вчитель-людина може не тільки надати відповідь на приклад, але й створити приклад для навчання).

Очевидно, що такі підходи можуть створити такі комбінації значень просторів вектора даних, що не є властивими початковому набору даних, але й неможливі в рамках визначеного домену. Це може стати як проблемою, так і перевагою, адже задачею Knowledge Distillation є узгодження функцій передбачення. Логічною є думка, що наближення функцій не на ширшому діапазоні в просторі може призвести до швидшого прирівнювання значень і у визначених межах.

Проте, варто також врахувати, що помилка в передбаченнях вчителя передається і учню. До неї ж додається ще й помилка моделі учня при навчанні. Також, доведено, що моделі деградуєть при навчанні на згенерованих наборах даних. Тому вкрай важливо знайти при якій точності передбачень вчителя, кількості досвіду в учня, та кількості даних передача досвіду має позитивний вплив.

На рисунку 3 видно, що з збільшенням кількості даних для передачі досвіду, модель учня починає деградувати, до зупинки на плато. В цьому випадку модель вчителя була дещо потужніша, а учень наперед навчений на меншій кількості даних (відношення 8 до 5).

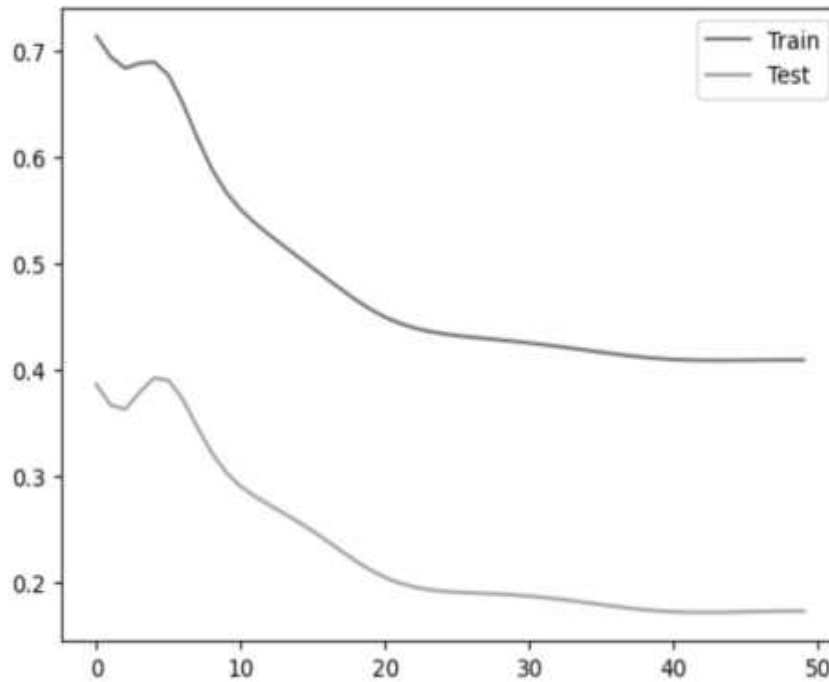


Рисунок 3 - Графік точності передбачень обраного набору даних, після застосування механізму Knowledge Distillation

Використання запропонованих або схожих підходів на практиці в інших сферах демонструє перспективу для подальшого дослідження. Однак, наразі ще треба перевірити різні комбінації моделей, різні комбінації попереднього навчання студента, конфігурації різниці в загальному та специфічному досвіді. Також, вплив має різниця точності вчителя та учня, що вплине на швидкість деградації. Окремо треба дослідити вплив різних способів генерації навчальних прикладів, на швидкість навчання чи деградації точності.

Список використаних джерел

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2010. – p1132.
2. F. Bayram, B. S. Ahmed, and A. Kassler, 'From Concept Drift to Model Degradation: An Overview on Performance-Aware Drift Detectors', arXiv [cs.LG]. 2022.
3. Kaelbling, Leslie P.; Littman, Michael L.; Moore, Andrew W. (1996). "Reinforcement Learning: A Survey". Journal of Artificial Intelligence Research. 4: 237–285. arXiv:cs/9605103.
4. Gao Z., Xu K., Ding B., Wang H., Li Y., Jia H. KnowSR: Knowledge Sharing among Homogeneous Agents in Multi-agent Reinforcement Learning. 2021. (arXiv preprint arXiv:2105.11611).
5. Бочок В.О., Федорова Н.В. Багатоагентні системи та проблеми їх оптимізації. Вчені Записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, 2023. Том 34 (73) № 2. С.131 – 137. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.1/21>
6. Федорова Н.В., Бочок В.О. Оптимізація багатоагентних систем. XX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», 25-28 квітня 2023 р. м. Київ, КПІ імені Ігоря Сікорського, 2023. Т. 2. С.116 – 117.
7. Бочок В.О., Федорова Н.В. Обмін та збереження інформації між агентами, здатними до навчання. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції «Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку», 30 листопада 2023 року, м. Київ. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 89.

д.т.н. Барабаш О.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Макарчук А.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

МЕТОДИКА ПОРІВНЯННЯ ДВОХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ ЗВ'ЯЗНОСТІ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Коли розробляється розподілена інформаційна система, як правило, вимагається дослідження її працездатність. Однак, під працездатністю системи розуміється дещо різні поняття, що, в результаті чого застосовується різний математичний апарат, який її адекватно описує. Тому виникає необхідність в уточненні даного поняття в контексті вирішуваної задачі чи поставлених цілей.

Одним із досить важливих на практиці понять, які тісно пересікаються з працездатністю досліджуваної інформаційної системи, є її функціональна стійкість, або, другими словами, можливість системи виконувати визначені функції під впливом різних дестабілізуючих факторів. Зараз розроблено ряд критеріїв так показників, за якими можна визначити, чи є досліджувана система функціональною стійкою, та, у випадку позитивної відповіді, який запас функціональної стійкості вона має. Для розподілених інформаційних систем, для яких важливою вимогою є можливість передачі повідомлень між парою вузлів, одним із показників функціональної стійкості є ймовірність зв'язності.

Ймовірність зв'язності інформаційної системи можна обчислити різними способами, як точними [1-2], так і наближеними [3-4]. До цих методів можна віднести: переборні методи, метод структурних перетворень Шеннона-Мура, методи обчислень простих перерізів графа, методи обчислення простих шляхів в графі, метод Езарі-Прошана, метод Литвака-Ушакова, тощо. Кожен з них має свої переваги та недоліки, а тому логічним є питання про їх порівняння. Порівняємо, для прикладу, метод повного перебору та метод Литвака-Ушакова.

Основна ідея методів повного перебору і Литвака-Ушакова та їх порівняльний аналіз.

Одним із самих простих методів оцінки ймовірності зв'язності розподіленої інформаційної системи є так званий метод повного перебору [1]. Його ідея полягає в переборі всіх можливих шляхів між двома вузлами та підсумувати ймовірності справності кожного з них.

Метод Литвака-Ушакова [4] полягає у відшуканні верхньої та нижньої оцінки ймовірності зв'язності за рахунок ймовірностей паралельно та послідовно з'єднаних елементарних шляхів між необхідними вершинами, які між собою не пересікаються.

Розглянемо на конкретних прикладах застосування даних методів обчислення ймовірності зв'язності. Для прикладу, для системи, яка моделюється графом, зображеним на рисунку 1, обчислимо ймовірність зв'язності P_{15} , поклавши, що всі вузли абсолютно справні, а ймовірність справності всіх ліній зв'язку однакова і рівна p . Провівши необхідні обрахунки, отримані результати можна представити у вигляді рисунка 2. Як можна бачити з даного графіка, метод повного перебору за рахунок його точності є більш наглядним, ніж метод Литвака-Ушакова, результат використання якого представлений пунктирною лінією. Проводивши аналогічні обчислення щодо інших інформаційних систем, побачимо, що точність методу Литвака-Ушакова дає оцінки дещо різної точності залежно від розглядуваної системи.

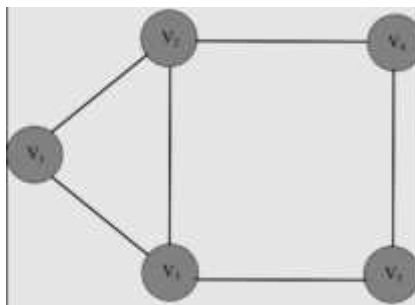


Рисунок 1. Приклад моделі інформаційної системи

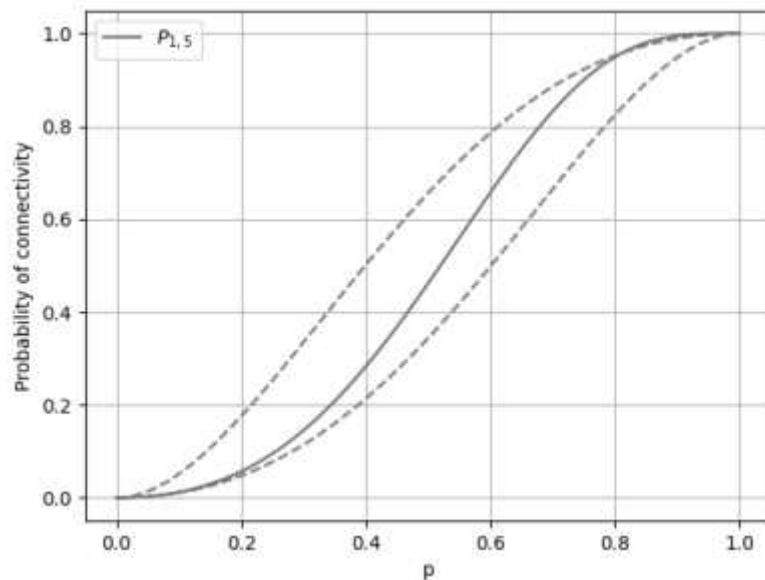


Рисунок 2. Обчислення ймовірності зв'язності за допомогою методу повного перебору та методу Литвака-Ушакова

Логічним є питання: які переваги та недоліки у кожного з них? Першим аспектом є алгоритмічна складність даних методів. Метод повного перебору є складнішим, оскільки вимагає перебору всіх можливих шляхів між необхідними вершинами та обчислення ймовірності справності кожної з них. Натомість, метод Литвака-Ушакова вимагає частини цих операцій, що робить його простішим. З другої сторони, це дозволяє побудувати лише верхню та нижню оцінки ймовірності зв'язності, які можуть бути неінформативними. Даний аспект робить метод Литвака-Ушакова не завжди застосовним у випадках, коли задача вимагає високої точності оцінки ймовірності зв'язності розроблюваної інформаційної системи.

Висновки. В роботі порівняно два методи розрахунку ймовірності зв'язності двополусної інформаційної системи, а саме метод повного перебору та метод Литвака-Ушакова. В результаті проведеного порівняльного аналізу виявлено наступні особливості. Метод повного перебору є набагато складнішим з точки зору кількості обчислень, проте, більш наглядним під час досліджень невеликих інформаційних систем. Метод Литвака-Ушакова є менш чутливим до ускладнення досліджуваної інформаційної системи, однак, в деяких випадках обчислені верхні та нижні оцінки ймовірності зв'язності, побудовані за його допомогою, є неінформативними. Враховуючи вище згадане, можна прийти до висновку, що надання переваги одному із розглядуваних методів залежить від умов та специфіки задачі, що вирішується.

Список використаних джерел

1. Барабаш О.В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем. – К.: НАОУ, 2004. – 226 с.
2. Березовська Ю. В. Забезпечення функціональної стійкості інформаційної системи при обмеженій вихідній інформації про визначальні випадкові величини. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2020. № 4(69). С. 69–78.
3. Філін Б. П. Методи аналізу структурної надійності мереж зв'язку. МРС, 1988.
4. Райншке К., Ушаков І.А. Оцінка надійності систем з використанням графів. МРС, 1988. 208 с.
5. Барабаш О.В., Мусієнко А.П., Макарчук А.В. Порівняльний аналіз методів визначення показників функціональної стійкості інформаційних систем на прикладі повного перебору та методу Литвака-Ушакова. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2023. № 4. С. 81 – 88.

ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

У цій науковій роботі порівнюються та аналізуються засоби оцінювання із Класичної теорії тестів та засоби адаптивного оцінювання із Сучасної теорії тестів.

Наукова актуальність цієї теми полягає в комплексному аналізі методів адаптивного контролю знань студентів та їх порівнянні зі звичайними методами оцінювання. Також новизна цієї роботи підтверджується розробкою програмних алгоритмів роботи обраних адаптивних методів.

Дослідження зосереджується на двох основних аналітичних концепціях: Класична теорія тестування (КТТ) та Сучасної теорії тестування. КТТ ґрунтується на об'єднанні понять помилки та кореляції та розглядає тестовий бал як суму правильних і неправильних відповідей.

Сучасна теорія тестування, яку часто називають Теорія відповідей на завдання (Item Response Theory, IRT), використовує математичні моделі для встановлення кореляцій між характеристиками завдань і здібностями респондентів. Для опису цих кореляцій використовується крива характеристик завдань, яка зображена на Рисунок 1.

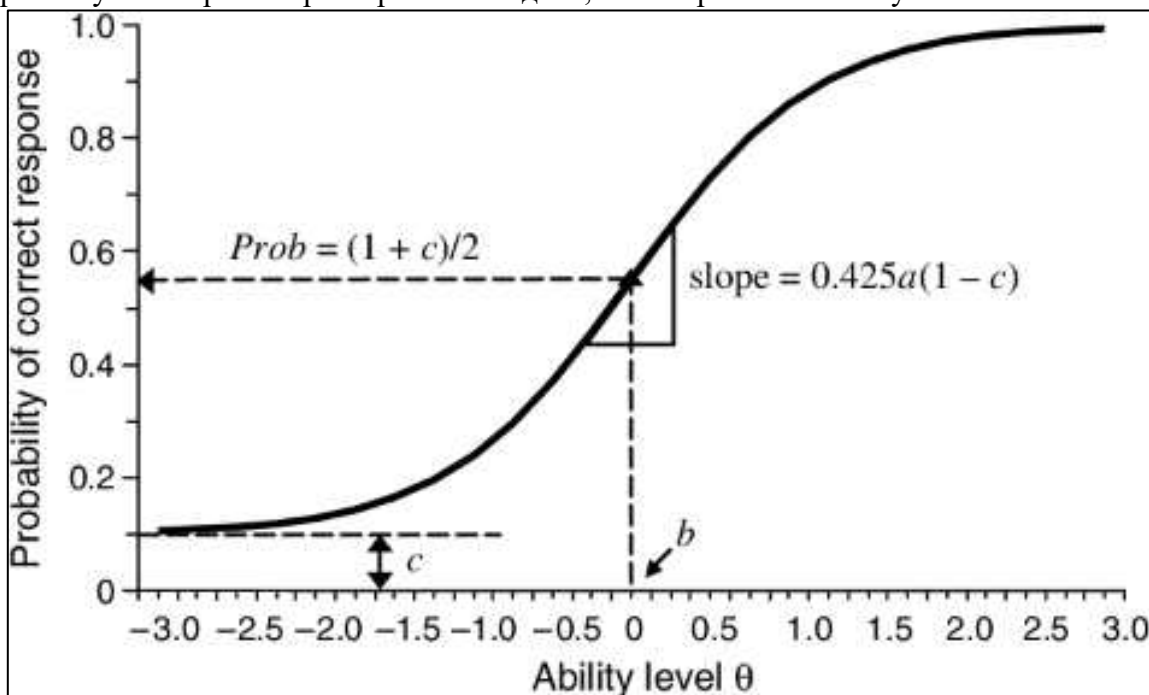


Рисунок 1 – Крива відповідності здібностей учасника тестування до ймовірності правильної відповіді

В IRT ймовірність правильної відповіді респондента на запитання залежить як від здібностей респондента, так і від характеристик запитання. Такий ймовірнісний підхід дозволяє проводити більш тонкий і детальний аналіз тестів, враховуючи відносну здатність учня вирішувати конкретні завдання, базуючись на характеристиках наданого питання.

Ефективність адаптивних методів в сучасній теорії тестів може бути оцінена за допомогою необхідних параметрів для цих методів. Наприклад, параметрами для визначення ефективності можуть слугувати: необхідний банк питань (усі питання та їх варіативні форми); цільова кількість тестів, які буде проходити учень; час проходження; час необхідний для створення тесту тощо. В залежності від цих параметрів в IRT можна виділити наступні моделі проходження тестів:

- стратифікований адаптивний метод;
- двоетапне тестування;
- пірамідальне тестування.

На початку стратифікованого адаптивного методу всім учням надається завдання середньої важкості. Якщо учень обирає правильну відповідь, йому пропонується важче наступне запитання. Якщо ж учень обрав неправильну відповідь – легше наступне запитання. Мінусом цього підходу є необхідний банк питань, бо на кожне подальше питання необхідно мати на одне варіативне питання більше, ніж у минулому тесті.

Двоетапне тестування передбачає поділ тесту на два етапи: маршрутний тест та іспит другого етапу. Під час маршрутного тестування визначається здатності (abilities) учня. Після цього на іспиті другого етапу в учня будуть питання підібрані під його рівень знань, які були визначені до цього. Для того щоб краще оцінити здатності учня, необхідно мати як можна більшу відбірку питань у маршрутному етапі. Двоетапне тестування можна підсумувати тим, що для його проходження викладачу необхідно створювати досить багато питань, а учню необхідно витратити більшу кількість часу на проходження додаткового маршрутного етапу.

Пірамідальне тестування схоже на стратифікований адаптивний метод, лише відрізняється підбором наступного питання. У цьому методі у кожного учня є власна числова складність питання, яку він отримує за свої правильні або неправильні відповіді. Найпоширенішим способом обрахунку складності наступного питання є взяття середнього арифметичного значення між поточною складністю та найнижчою або найвищою складністю питання, в залежності від неправильної або правильної відповіді відповідно.

Отже, завдяки розгляду сильних та слабких сторін класичних і сучасних методів тестування розкривається питання про важливість використання відповідного аналітичного методу на основі конкретних вимог та цілей тестування. Отримані результати сприяють ширшому розголосу ефективних методологій тестування та вдосконаленню практик оцінювання в освітніх і дослідницьких установах.

Список використаних джерел

1. Statistical methods in readable JavaScript for browsers, servers, and people. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://simple-statistics.github.io/>
2. Пілюшенко В.Л., Шкрабак І.В., Славенко Е.І. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення: Навчальний посібник. 2010. 96 р.
3. Гагарін О.О., Титенко С.В., Поленова В.А., Феденко В.А. Алгоритм побудови індивідуальних навчальних планів студентів. Editorial board of International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience» (ISSN 2664-4819 (Online) Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference, August 3-4, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine. P. 148–152.
4. Логвіненко Т.С., Гагарін О.О. Аналіз засобів пошуку інформації для побудови класифікаторів Оцінювання результатів моделювання складних систем XX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики", 25 – 28 квітня 2023 р. Т. 2. С. 126–127.
5. Гагарін О.О., Титенко С.В., Тарелкіна М.О. Засіб налаштування користувацьких інтерфейсів у процесах аналітичної обробки даних навчального процесу. Editorial board of International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience» (ISSN 2664-4819 (Online) Global Society in Formation of New Security System and World Order: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, July 27-28, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine. P. 100-103.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ DDoS-АТАК ПРИКЛАДНОГО РІВНЯ

Сьогодні значна кількість процесів у різних сферах життя залежить від надійності роботи Інтернет-сервісів, зокрема, наприклад, оплата картою в магазині можлива завдяки достатній швидкості проведення транзакцій на серверах банку, а своєчасне сповіщення про повітряну тривогу в смартфоні здійснюється при наявності стабільного зв'язку з сервером розсилки відповідних повідомлень. Тому будь-які перебої для таких сервісів, що знаходяться у Всесвітній мережі, можуть спричинити незручності для клієнтів, фінансові штрафи та втрату репутації для власників, а також інші ризики, включно із загрозою для здоров'я і життя людей. DDoS-атаки є одним із факторів, який може порушити стабільність роботи сервера і призвести до вищеписаних наслідків. Причому саме DDoS-атаки посідають чільне місце серед всіх інших загроз: такі компанії, як Cloudflare, щорічно звітують про зростаючу кількість таких атак, тому враховуючи дану тенденцію, актуальним вважається дослідження відповідних методів і способів для захисту від цих атак. За рівнем моделі OSI DDoS-атаки поділяються на категорії атак мережевого та прикладного рівнів. І якщо підходи щодо ідентифікації атак мережевого рівня є давно відомими та очевидними, через те що їх головною особливістю є виснаження пропускної здатності каналів зв'язку надсиланням великої кількості пакетів за короткий проміжок часу, то атаки прикладного рівня виснажують обчислювальні ресурси сервера складними запитами, які схожі на користувацькі, тому процес їхнього виявлення не є тривіальним. З огляду на вищезазначене, завдання пошуку ефективних методів виявлення DDoS-атак прикладного рівня є важливим і вартим уваги для дослідження.

Мета дослідження

Метою даної роботи є пошук нових ідей та гіпотез для створення ефективного методу виявлення DDoS-атак прикладного рівня на ресурси комп'ютерних систем, який би дозволив швидше та точніше ідентифікувати такі атаки на основі аналізу даних трафіку задля своєчасного їх блокування.

Аналіз наявних методів та підходів

Загалом підходи щодо виявлення DDoS-атак поділяють на такі дві категорії: на основі сигнатур та на основі аномалій. Причому методи саме останньої категорії можуть ефективно ідентифікувати складні атаки, адже аномалії встановлюються на основі обчислень відповідно до певного математичного апарату, на відміну від простого пошуку співпадінь у збереженій базі сигнатур. У свою чергу підходи на основі аномалій використовують статистичні методи, теорію інформації, штучний інтелект, зокрема нейронні мережі тощо. За призначенням ПЗ для виявлення DDoS-атак може бути розроблене для мережевого обладнання (маршрутизаторів), для комп'ютерних вузлів (серверів). Для формулювання гіпотез щодо створення ефективного методу ідентифікації DDoS-атак прикладного рівня проаналізуємо наявні актуальні підходи і способи виявлення таких атак, які б могли бути реалізовані для комп'ютерних систем.

У дослідженні Zhao Y. та ін. на тему "A classification detection algorithm based on joint entropy vector against application-layer DDoS attack" було представлено метод виявлення DDoS-атак прикладного рівня на вебсервери, що ґрунтується на обчисленні вектору спільної інформаційної ентропії. Для ідентифікації атак використовуються наступні два атрибути із вхідного Інтернет-трафіку до вебсайту: URL-адреса запиту та IP-адреса клієнта, який відправив цей запит. На основі цієї інформації за певний короткий проміжок часу (до декількох хвилин) обчислюється два показники інформаційної ентропії: EUPI, що відображає ентропію URL-запитів для кожного відвідувача з унікальним IP-адресом, та EIPU, що відповідає ентропії IP-адрес користувачів, які запитували певний URL-ресурс. На основі цих двох значень власне і відбувається класифікація клієнтів сайту і визначаються IP-адреси, які є джерелами DDoS-атак. Обчислення інформаційної ентропії відбувається на основі формули Клода Шеннона, у результаті її адаптації для обох показників авторами було виведено

відповідні формули: $EUP_i(i) = -\sum_k P_k^U(x_k) \log P_k^U(x_k)$ і $EIP_U(k) = -\sum_i P_i^I(x_i) \log P_i^I(x_i)$, що використовують $P_k^U(x_k)$ – ймовірність надходження запиту із k -тим URL-адресом від певного клієнта, $P_i^I(x_i)$ – ймовірність отримання запиту від i -го клієнта до певного URL-ресурсу. Інформаційна ентропія допомагає знайти аномалії: чим менше її значення, тим більше ймовірність, що надані вектори значень атрибутів є дуже подібними між собою, а це може статись, наприклад, при запитуванні однієї і тої самої вебсторінки сайту джерелом DDoS-атаки. Перевагою є те, що завдяки обчисленню ентропії розподілу URL- та IP-адрес метод здатний класифікувати як і нормальний клієнтський трафік, так і “flash crowd” – стрімкий сплеск відвідуваності під час сезонної події, крім того даний метод розрізняє HTTP DDoS-атаки і на фіксовану сторінку, і при переборі всіх ресурсів сайту. До недоліків можна віднести те, що використовується тільки IP-адреса як ідентифікатор клієнта: слід також водночас використовувати і його номер порту, адже зазвичай провайдери для економії IP-адрес використовують механізм NAT, що транслює багато IP-адрес користувачів в одну, але з різними номерами портів. Також не розглядається питання збору розглянутих атрибутів: через широке поширення протоколу HTTPS неможливо дістати значення навіть запитуваного URL-ресурсу. Окрім цього, розглянутий метод не враховує інші атрибути запиту, як-от: метод запиту (GET чи POST), URL-параметри, розмір тіла запиту та ін. Ці властивості є важливими, адже більшість вебсайтів зараз є не набором статичних сторінок, а динамічним застосунком.

У статті Лаптева О. та ін. “Виявлення та блокування повільних DDoS-атак за допомогою прогнозування поведінки користувача” пропонується метод ідентифікації LR-DDoS атак, що здійснюються повільними HTTP-запитами, за допомогою аналізу часових рядів для прогнозування майбутньої поведінки користувача, що дає змогу здійснювати класифікацію і своєчасне блокування джерел атак. Для формування часового ряду використовується довжина часового інтервалу між надсиланням попереднього і поточного запиту. В результаті даний ряд являє собою випадковий процес, який описує зміну затримки у відправленні запитів від певного користувача з часом. Виявлення DDoS-атаки відбувається тоді, коли величина затримки є дуже великою, або має тенденцію до цього, адже це є головною особливістю повільних атак. Для цього автори пропонують здійснювати прогнозування часових рядів за допомогою визначення апостеріорного розподілу для даного процесу. Недоліком даного методу є те, що для кожного відвідувача вебсайту слід будувати та аналізувати часовий ряд, окрім цього прогнозування поведінки відбувається тільки на основі затримок між пакетами, що дає можливість визначати тільки один вид DDoS-атак – Rudy.

Гіпотези щодо покращення наявних або створення нових методів

Для покращення першого розглянутого методу пропонується використати більше атрибутів HTTP-запиту (його метод, URL-параметри, розмір тіла), окрім цього також можна брати до уваги навантаження процесора, диску, оперативної пам'яті від роботи процесу вебсервера. У якості програмної архітектури такого рішення пропонується розробити ПЗ для платформи Kubernetes, яке б могло інтегруватись у Istio (фреймворк, що програмно налаштовує мережу для мікросервісів) як middleware для аналізу вхідних запитів у відкритому вигляді. На основі аналізу другого оглянутого методу пропонується висунути гіпотезу щодо прогнозування поведінки користувача на основі аналізу графу переходів між URL-ресурсами вебсайту. Аналізуючи кількість циклів, довжину шляху в графі, можна виявляти більше різних видів DDoS-атак прикладного рівня.

Висновки

Отже, у даній роботі було проаналізовано декілька наявних методів виявлення DDoS-атак прикладного рівня. На основі цього було висунуто дві гіпотези для покращення їх ефективності: одна з них пропонує використати нові атрибути запитів для обчислення ентропії, а інша пропонує будувати граф переходів між URL-адресами для відвідувачів сайту, на основі аналізу характеристик якого можна виявити більше видів DDoS-атак. Також у загальних рисах було запропоновано архітектурне рішення щодо імплементації ПЗ як програми-розширення Istio на Kubernetes-кластері.

Список використаних джерел

1. Zhao Y., Zhang W., Feng Y. A classification detection algorithm based on joint entropy vector against application-layer DDoS attack. *Security and Communication Networks*. 2018. P. 1 – 8.
2. Лаптев О.А., Бучик С.С., Савченко В.А. Виявлення та блокування повільних DDoS-атак за допомогою прогнозування поведінки користувача. *Наукоємні технології*. 2022. Т. 55, Вип. 3. С. 184 – 192.
3. Subhi R., Karzan H., Roshna M. Application layer distributed denial of service attacks defense techniques: a review. *Academic Journal of Nawroz University*. 2018. Vol. 7, № 4. P. 113 – 117.
4. Jaafar G., Abdullah S., Ismail S. Review of recent detection methods for HTTP DDoS attack. *Journal of Computer Networks and Communications*. 2019.

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ КОНСОЛІДАЦІЇ ДАНИХ З ВІДКРИТИХ БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

Обсяг інформації, що створюється людьми, постійно зростає і стає дедалі більшою проблемою для її ефективної обробки. Сучасні підприємства збирають необроблені дані з різних джерел, що призводить до фрагментації та ізоляції інформації в різних репозиторіях. Для вирішення цієї проблеми важливі проекти консолідації даних, які спрямовані на створення єдиного уявлення про інформацію. Консолідація централізує дані, полегшуючи їх доступ та усуваючи надлишкове зберігання, що призводить до економії витрат і зниження ризику невідповідності даних.

Термін "консолідація" використовується в різних сенсах, охоплюючи об'єднання, узгодження або спільне керування елементами, ресурсами або даними для досягнення більшої єдності, ефективності чи контролю. Консолідація може включати в себе об'єднання інформації з різних джерел, її структурування та стандартизацію, а також раціоналізацію ресурсів і процесів для кращого управління і оптимізації результатів. У контексті виконання аналітичних завдань, консолідацію розглядають як перший крок в реалізації. Консолідація даних допомагає командам працювати з єдиною інформаційною базою, сприяючи співпраці та узгодженню. Це сприяє цілісному прийняттю рішень, виявленню тенденцій, збору статистики клієнтів, операційній ефективності та відповідності вимогам та управлінню ризиками.

У контексті бібліографічної діяльності консолідація даних вирішує проблеми розподіленості, забезпечує єдину точку доступу, актуальність даних, аналітичні можливості та допомагає у виявленні та коригуванні дублікатів та невідповідностей. Загалом, вона робить роботу з бібліографічною інформацією ефективнішою та зручною для користувачів.

Новизна розробки архітектури консолідації бібліографічних даних полягає в тому, що вона виходить за межі стандартних і відносно обмежених існуючих аналогів, таких як DOI (Digital Object Identifier) — ідентифікатора та способу зв'язку з науковими публікаціями. DOI, як правило, використовується лише для унікальної ідентифікації конкретної публікації та забезпечення посилань на неї. Архітектура консолідації бібліографічних даних виходить за рамки обмежень та надає додаткові можливості. Вона дозволяє об'єднувати дані з різних DOI-ідентифікованих джерел та інтегрувати дані з інших джерел, використовуючи різні методи ідентифікації. Архітектура також надає можливість структурувати та аналізувати бібліографічні дані, що сприяє отриманню більш комплексної інформації. Забезпечує автоматичну консолідацію та оновлення даних з різних джерел, що полегшує обслуговування та забезпечує актуальність даних. Додатково, архітектура може включати функціональності, такі як пошук релевантних публікацій, аналіз цитувань та інші аналітичні завдання.

Отже, порівнюючи з обмеженим використанням DOI, архітектура консолідації бібліографічних даних пропонує більш розширені можливості для інтеграції, обробки та аналізу різноманітних джерел бібліографічної інформації, що робить її більш потужним та універсальним інструментом.

У випадку виконання різних аналітичних завдань дуже часто консолідація розглядається як перший етап реалізації проекту. Основна ідея консолідації полягає у зборі та організації даних в такому форматі, який оптимальний для їхньої подальшої обробки на конкретній аналітичній платформі або для вирішення конкретної аналітичної задачі. Додатковими завданнями консолідації є оцінка якості даних та їх поповнення з метою зменшення обсягу інформації, яку потрібно обробляти в інформаційно-пошуковій або аналітичній системі.

Результатом роботи системи консолідації бібліографічних даних є покращений доступ до бібліографічних ресурсів, ефективніше управління цими ресурсами та підвищена якість

Підтримка та адміністрування: Система консолідації бібліографічних даних також включає компоненти для її підтримки та адміністрування, включаючи моніторинг, резервне копіювання та оновлення стандартів.

Загалом, консолідація даних відіграє ключову роль у сучасному бізнесі, служачи основою для глибокої аналітики, обґрунтованого прийняття рішень і ефективних бізнес-процесів. Вирішуючи проблеми фрагментації даних, покращує якість та аналітичні можливості, забезпечуючи відповідність. Також оптимізує ІТ-процеси, зменшує витрати та може призвести до розширення можливостей організацій. У контексті бібліографічних даних, консолідація є важливою для полегшення доступу до актуальної та достовірної наукової інформації та підвищення ефективності наукової діяльності. Постійне вдосконалення методів консолідації даних і впровадження розвинутих технологій керування даними може призвести до успіху та вигоди від активів даних для вашої організації.

Список використаних джерел

1. Додонов О.Г., Коваль О.В., Сенченко В.Р., Шпурик В.В. Автоматизована система формування сценарію аналітичної діяльності. Реєстрація, зберігання і обробка даних. Київ: Інститут проблем реєстрації інформації НАН України, 2019. С. 11-22.
2. Bommann L., Mutz R. Growth rates of modern science: A bibliometric analysis. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2015. С. 2215–2222.
3. О Koval, V Kuzminykh, S Otrokh. Refining the typical scenarios by additional factors - Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. Кам'янець-Подільськ, 2019. Вип. 20. С. 68-78.
4. Koval O, Kuzminykh V, Melnyk U, Otrokh S. Evaluating the Quality of Modeling the Scenario of Information Analysis on a Branched Network. *Сучасний захист інформації*. Київ, 2019. № 3(39). С. 70-76.
5. Globa L., Novogrudska R., and Koval O. The Approach to Users Tasks Simplification on Engineering Knowledge Portals. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 889, pp. 150–158. https://www.researchgate.net/publication/329606276_The_Approach_to_Users_Tasks_Simplification_on_Engineering_Knowledge_Portals
6. Koval O., Kuzminykh V., Otrokh S., and Kravchenko V. Optimization of Scenarios for Collecting Information Streaming Wide-Area Network. 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT), 2-6 July, 2019, Lviv. 2019, pp. 213–215. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8847832/metrics#metrics>
7. Додонов О.Г., Сенченко В.Р., Коваль О.В. Аналітика й знання в комп'ютерних системах. Монографія. Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2020, 315 с.
8. Кузьмініх В.О., Коваль О.В., Тараненко Р.А. Управління версіями програмних засобів проекту. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. Електронні текстові дані (1 файл:4,8 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 03.30.2023. 100 с.
9. Моделі та засоби управління ІТ-проектами. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Кузьмініх, О.В. Коваль, Р.А. Тараненко. Електронні текстові дані (1 файл:10,1 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 258 с.

к.т.н. Гагарін О.О. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Гайдаржи В.І. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ОНТОЛОГІЇ У ПРОЕКТУВАННІ МОДЕЛЮЮЧОГО КОМПЛЕКСУ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЕЛЬФУ СВІТОВОГО ОКЕАНУ

Сучасні підходи дослідження складних об'єктів та систем зазвичай використовують методи комп'ютерного імітаційного моделювання, які будуються на принципах системного аналізу та застосовують сучасні інформаційні технології[1]. Основною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, перевірка справедливості гіпотез та на цій основі широке та глибоке вивчення теми наукового дослідження.

Однією з прикладних областей використання таких підходів є проведення експериментальних досліджень з ціллю освоєння шельфової зони мирового океану та виконання задач моніторингу за станом акваторій

Вирішенням цього завдання є експериментальні дослідження що базуються на проведенні експериментів з метою збирання характерних даних поширення сигналу у водному середовищі з подальшою побудовою гідродинамічних полів у різних акваторіях та детального їх дослідження. Виконання цих досліджень проводяться за допомогою натурних або імітаційних експериментів. При цьому перший підхід є вкрай витратним, тоді як імітаційне моделювання може значно спростити ці витрати.

Імітаційне моделювання гідроакустичних процесів у акваторіях базується на дослідженні параметрів гідроакустичних полів, джерелами яких є різні морські об'єкти [2]. При цьому гідроакустичні розрахунки припускають прив'язку джерела та приймача сигналів до географічних координат, обумовлену унікальними значеннями параметрів цього поля в кожній точці його формування. Унікальність поля визначається, насамперед, складними законами впливу середовища на процес його формування та високою мінливістю її властивостей у просторі.

Задачі, які можуть бути вирішені за допомогою такого підходу такі:

- проведення експериментів з метою збору характерних даних поширення сигналу у водному середовищі та побудові гідродинамічних полів;
- побудова математичної проблемно орієнтованої просторово-частотно-часової моделі поширення сигналу в досліджуваному районі;
- класифікація та ідентифікація морських об'єктів за результатами зафіксованих сигналів від джерел випромінювання за конкретними ознаками і властивостями;
- організації дослідного процесу, що полягає в проведенні ряду експериментів, включаючи такі завдання як облік експериментів, організацію сцен, формування сценаріїв, оцінку апробованих в системі моделей.

Проектування та реалізація моделюючого комплексу такого класу базувалось на онтологічному підході та передбачає використання отологічних сутностей які склали наступну онтологію предметної області у вигляді сукупності концептів, а саме:

STRUK (MK) = < C (Marin_param), R(Hidro_Sys), T(Clas_Ident), G(Anal_Obj) , S(Sevr) , P(Rizon)>, де:

- C (Marin-param) – концепти налаштування параметрів середовища моделювання;
- R(HidroSys) - концепти опису об'єктів та гідроакустичних систем (ГАС);
- T(Clasl_Ident)- опис алгоритмів класифікації об'єктів та їх ідентифікації;
- G(Anal_Obj)- концепт опису моделей генерації сигналів;
- B(Data_Znanyaj)- бази даних та знань у процесах моделювання та оцінювання;
- S(Serv)- засоби керування комплексом;
- P(Rizon)- концепти алгоритмів оцінювання и вироблення рекомендації.

Наведені концепти дозволили визначити компонентну структуру моделюючого комплексу в складі:

- «Моделювання морського середовища» включає концепт С (Marin-param) який виконує функції завдання опису експерименту, формування умов моделювання та ходу проведення дослідження;
- «Моделювання гідроакустичної системи» що об'єднає концепти R(HidroSys) опису морського об'єкта та систем фіксуючих приладів;
- «Моделювання та аналізу гідроакустичного сигналу об'єкту» включає концепти G(Anal_Obj) з описом моделей генерації сигналів та засобів їх аналізу;
- «Розпізнавання та ідентифікація морських об'єктів» - концепт T(Clasl_Ident) який містить набір інструментальних засобів для виявлення об'єктів, класифікації та визначення параметрів руху об'єктів;
- «Ведення бази знань предметної області» включає концепт B(Data_Znanyaj) що виконує функції введення накопиченого досвіду, створення онтологій та метаописів морських об'єктів;
- «Оцінювання результатів моделювання» включає концепти P(Rizon)- алгоритмів оцінювання и вироблення рекомендацій та призначено для організації логічного виведення рекомендацій на основі накопичених знань.

Інформаційне сховище є ланкою що об'єднує структурні компоненти.

Засоби «адміністрування та управління» відповідають концепту S(Serv) та забезпечують налаштування сервісів і додатків, управління правами доступу користувачів до інформаційних ресурсів, управління безпекою та продуктивністю моделює системи.

Експериментатор - дослідник процесів формування гідроакустичних полів за допомогою пакету моделювання виконує наступні дії :

- 1) формує сцену експерименту яка включає ГАС, зону акваторії навколо ГАС, джерела гідроакустичних сигналів;
- 2) визначає параметри процесу моделювання (формує сценарій моделювання визначає параметри об'єктів та параметри середовища);
- 3) обирає моделі передбачені сценарієм проведення експерименту: модель для розрахунку ГП та модель профіля швидкості звуку;
- 4) здійснює розрахунок в результаті якого отримує два варіанти представлення ГПб;
- 5) файл формату *.tiff - візуальне відображення ГП та *.csv – чисельні результати розрахунку ГП;
- 6) аналізує отримані результати та формує висновки.

Структура модуля управління сеансу проведення експерименту наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Структура модуля управління сеансом

Отже запропонований підхід до побудови моделюючого комплексу дозволив у скорочені терміни створити ефективний засіб моделювання складних процесів у реальних акваторіях та надати інструментарій для вирішення задач оцінювання стану шельфових вод.

Наразі розроблені засоби проходять дослідницькі перевірки та випробування.

Список використаних джерел

1. Popovich V.V., Potapichev S.N., Sorokin R.P., Pankin A.V. Intelligent GIS for Monitoring Systems Development. CORP 2005 & Geomultimedia05, 2005
2. Моделювання гідроакустичних полів на основі інтелектуальної геоінформаційної системи. В.В. Попович, В.І. Єрмолаєв, Ю.Б. Леонтьєв, О.В. Смірнова – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.129.5600&rep=rep1&type=pdf>
3. Song, H.C., Cho, C., Hodgkiss, W., Nam, S.H.; Kem, S.M., Kim, B.N. Underwater sound channel in the northeastern East China Sea. *J. Ocean Eng.* 2018, 147, 370–374.
4. Bian, C., Liu, Z., Huang, Y., Zhao, L. and Jiang, W. On estimating turbulent reynolds stress in wavy aquatic environment. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2018, vol. 123, no. 4, pp. 3060–3071.
5. Cheng, Y.C.; Plag, H.P.; Hamlington, B.D.; Xu, Q.; He, Y.J. Regional sea level variability in the Bohai Sea, Yellow Sea, and East China Sea. *Conti. Shelf Res.* 2015, 111, 95–107.
6. Anderson, S. HF radar network design for remote sensing of the South China Sea. In *Advanced Geoscience Remote Sensing*; IntechOpen: London, UK, 2014; pp. 73–102.
7. Clay C.S. and Medwin H. *Acoustical Oceanography*, Wiley, New York, 1977.
8. Mackenzie, K.V. Bottom Reverberation for 530 and 1030-cps Sound in Deep Water, *J. Acowst. Soc. Am.*, Vol. 33, No. 11, 1961, pp.1498–1504.
9. Hall H.R. and Watson W.H. An Empirical Bottom Reflection Expression for Use in Sonar Range Prediction, NUC Technical Note 10, July 1967.
10. Coates R. An Empirical Formula for Computing the Beckmann-Spizzichino Surface Reflection Loss Coefficient, *IEEE Trans. Ferroelectrics Frequency Control*, Vol. 35, No. 4, July 1988, pp.522–523.
11. Mackenzie, K.V. Nine-term equation for sound speed in the oceans. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 1981, 70, 807–812.
12. Munk, W.H. and Forbes, A.M.G. Global ocean warming: An acoustic measure. *J. Phys. Oceanogr.*, 1989, 19, 1765–78.
13. Bowditch, N. *American Practical Navigator*, Vol. I. Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Pub. 9, Washington, DC. 1977.
14. Pei, Y., Liu, X. & He, H. Interpreting the sea surface temperature warming trend in the Yellow Sea and East China Sea. *Sci. China Earth Sci.* 2017. 60, 1558–1568.
15. Wu, L.; Wang, B. A Case Study on the Variability of Summer Water Properties in the Southeastern Yellow Sea Based on the Hydrological Data from 1995 to 2019. *Water* 2021, 13, 79.
16. Johnson, D.R., Boyer, T.P., 2015: *Regional Climatology of the East Asian Seas: An Introduction*. NOAA Atlas NESDIS 79, Silver Spring, MD, 37 p.
17. Kyung-Ae Park, Ji-Eun Park, Byoung-Ju Choi, Sang-Ho Lee, Eunil Lee. Do-Seong Byun and Young-Taeg Kim, An analysis of oceanic current maps of the Yellow Sea and the East Sea and the East China Sea in secondary school science textbooks. *Journal of the Korean earth science society*. Volume 35, Issue 6. Pp. 439-466 (2014).
18. Fan Li, Xinyi Guo, Tao Hu Aand Li Ma, Acoustic travel-time perturbations due to shallow-water internal waves in the Yellow Sea. *Journal of Computational Acoustics*. 2014. Vol. 22, No. 01, 1440003.
19. *Underwater Acoustics: Technical Guides – Speed of Sound in Sea-Water*. National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, UK, TW11 0LW. Pp.1-7.

к.т.н. Варава І.А. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Олексій А.О. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ ТА СТВОРЕННЯ ДАТАСЕТІВ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Аналіз акустичних сигналів водного середовища є складною задачею, оскільки сигнали можуть мати різний рівень співвідношення цільового сигналу та шуму. Загалом, для рішення задачі класифікації водного середовища, ефективним є застосування нейронних мереж. Таке рішення допоможе знаходити складні патерни у вхідних даних та мати непогнуту здатність до узагальнення. Присутність сторонніх шумів може погіршити роботу класифікатора, оскільки вхідні дані можуть містити сторонню інформацію, що призведе до того, що класифікатор вивчатиме патерни, що не стосуються цільових сигналів, тим самим погіршуючи точність класифікації. Для покращення результатів класифікації рекомендується попередньо обробити вхідні дані шляхом придушення фонових шумів. Застосування нейромережових засобів може забезпечити ефективне очищення сигналу, при цьому роблячи результат подібним до реальних зразків, що повинне зберегти здатність класифікатора до узагальнення та роботи з реальними даними. Також, для тестування запропонованих нейромережових моделей потрібна достатня кількість якісних даних. Для цього пропонується створити датасети акустичних сигналів водного середовища. Далі будуть розглянуті запропоновані рішення.

Для задачі придушення шумів застосовується нейромережа UWAR-GAN. Основною архітектурою є нейромережа GAN, що передбачає присутність генератора та дискримінатора. Генератор представлений нейромережею U-net та відповідає за генерацію чистих зразків. На вхід подається часово-частотне представлення акустичних шумів, представлених магнітудною та фазовою спектрограмами. Вхідні характеристики подаються до енкодера, що зменшує розмірність вхідних даних. Кожен шар енкодера представлений згорткою, після якої йде функція нормалізації та функція активації leaky ReLU. Загалом, вхідні ознаки проходять через 5 таких шарів. Далі, характеристики проходять через латентний шар, що виконує трансформацію характеристик до компактного представлення, що допоможе зберегти потрібні дані. Цей шар представлений згорткою. Далі йде декодер, що відновлює стиснуті характеристики до тієї ж розмірності, що і вхідні дані. Шари декодера представлених деконволюційними шарами з пакетною нормалізацією та функцією ReLU. В декодері присутні таких 5 шарів. Після виконання роботи застосовується skip-connection для поєднання особливостей енкодера з декодером. Блоки декодера відновлюють чисту спектрограму. Кожний блок декодера складається з деконволюційного згорткового шару, функції нормалізації та активаційних функцій ReLU. Архітектури генератора та дискримінатора представлені на рисунку 1.

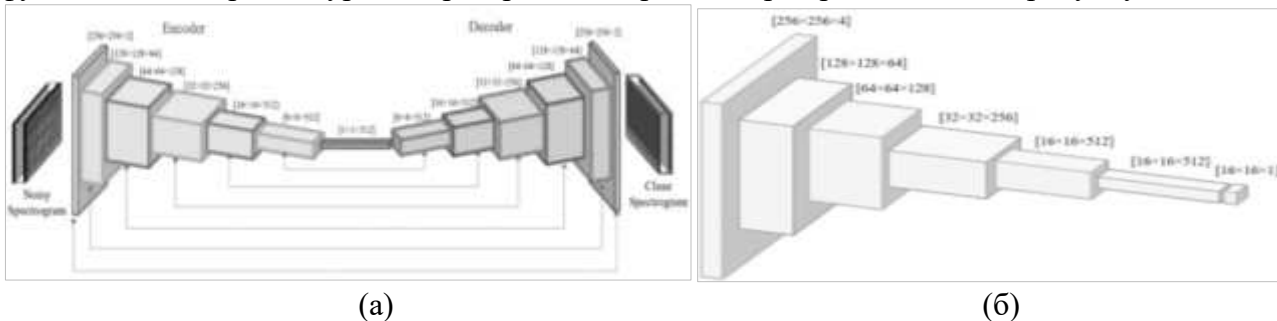


Рисунок 1 – Архітектура генератора(а) та дискримінатора(б)

Функція втрат при змагальному навчанні визначає загальне значення функції втрат, де результат враховує результати двох компонентів GAN - генератора та дискримінатора. Генератор G намагається створити вихідні дані, тоді як задача дискримінатора D полягає у

розрізненні реальних даних від згенерованих. Загалом, функція втрат LcGAN виражена рівнянням 1:

$$L_{cGAN}(G, D) = E_{X,Y}[\log \log D(X, Y)] + E_{X,Y}[\log(1 - D(X, G(Y)))] \quad (1)$$

де X представляє реальні дані, Y - зашумлені дані, $G(Y)$ - згенеровані дані. Така функція втрат досить часто використовується в нейромережах GAN, але в даному випадку, за умови використання візуальних артефактів, дана функція не є задовільною та потребує покращення. Автори статті доповнили загальну цільову функцію додатковими функціями втрат та застосували нову техніку регуляризації. Була введена нова функція втрат L_{gen} , для поліпшення виводу генератора. Вона забезпечує послідовність між виводом генератора та цільовим чистим даними та представлена у рівнянні 2:

$$L_{gen}(G) = E_{X,Y}|X - G(Y)|_1 \quad (2)$$

Ця функція втрат використовує норму L1 для уникнення занадтої розмитості результуючого зображення. Також, була додана кореляційна функція втрат (L_{corr}). Суть цієї функції полягає у використанні матриці кореляції розкривають взаємозв'язки між шумними та чистими зображеннями. Пояснює, як матриці кореляції використовуються для ідентифікації бажаних частотних компонентів. L_{corr} для вимірювання кореляції між шумними та чистими зображеннями. Ця функція використовує кореляційну матрицю між шумовими та чистими зображеннями у частотному домені. Кореляційна матриця вказує на відповідність між різними частотними компонентами та виражена у рівнянні 3:

$$R_{X,Y}(i, j) = \frac{Cov(X_i, Y_j)}{\sigma_{X_i} \sigma_{Y_j}} \quad (3)$$

де σ_{X_i} , σ_{Y_j} - стандартні відхилення по Y та X відповідно та $Cov(X_i, Y_j)$ предсавляє коваріантну матрицю.

Рівняння визначає кореляційну матрицю, яка використовується для обчислення втрат на основі кореляції L_{corr} , як показано в рівнянні 4. Ця функція допомагає генератору точно відтворювати бажані частотні компоненти.

$$L_{corr}(G) = E_{X,Y}|R_{X,Y} - R_{G(Y),Y}|_1 \quad (4)$$

Також, була застосована підхід до регуляризації регуляризації, що базується на дослідженні зі статті[6]. В даному випадку, коефіцієнти γ і λ ініціалізуються значення $\gamma = 1$ і $\lambda = 1$ для < 100 епох. Після 100 епох, коли генератор добре навчений, ваги встановлюються на значення $\gamma = 15$ та $\lambda = 10$. Загальна цільова функція виражена у рівнянні 5:

$$L = L_{cGAN}(G, D) + \gamma L_{gen}(G) + \lambda L_{cr}(G) \quad (5)$$

В якості вхідних даних до класифікатора, зі вхідного сигналу було вилучено характеристики часоиної та вейвлет областей, а саме: характеристика спектральні екстремуми, спектральна густина потужності та пакетней вейвлет перетворення. Перед подачею сигналу для обчислення спектральних екстремум застосовується низькочастотний фільтр, а перед обчисленням логарифмічного спектру потужності застосовується широкополосний фільтр. Після обробки, отримані характеристики комбінуються у вектори, що подаються на вхід до нейромережі. Далі будуть представлені формули даних характеристик: Схема роботи попередньої обробки представлена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схема попередньої обробки характеристик сигналу

В якості класифікатора було обрано багат шаровий перцептрон з пакетною нормалізацією та адаптивним навчанням. Архітектура складається з вхідного шару, трьох прихованих шарів та вихідного шару. Вхідний шар містить 500 нейронів, після кожного з яких йде пакетна нормалізація та функція активації ReLU. Далі йдуть три прихованих шари, що містять по 100 нейронів кожен, за якими слідує пакетна нормалізація та функція активації ReLU. Останнім є вихідний шар, що складається з 4 нейронів та функції LogSoftmax. Також, для навчання була застосована адаптивна функція втрат, що регулює швидкість навчання. Застосування цього методу може допомогти досягти більш стабільного та ефективного навчання моделі, що впливає на підвищення точності. Також, зменшення швидкості навчання може допомогти у покращенні узагальнюючої здатності моделі, запобігаючи її перенавчанню.

Архітектура нейронної мережі представлена на рисунку 3:

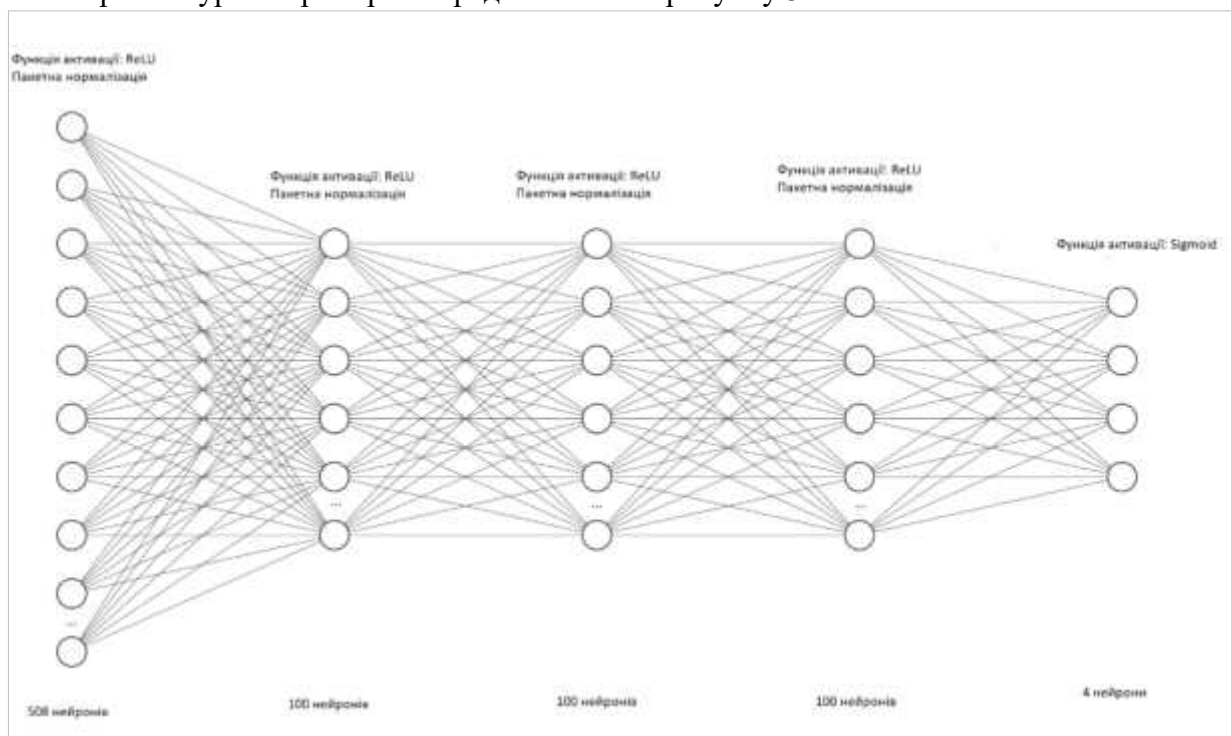


Рисунок 3 – Архітектура багат шарового перцептрона

Для навчання та тестування, нейронні мережі моделі потребують достатньої кількості даних, що відповідають реальним умовам. Є різні шляхи формування датасетів. Отримання даних шляхом запису реальних шумів водного середовища є досить ресурсозатратною задачею та не забезпечує отримання бажаних результатів. Отже, актуальною задачею є пошук інших шляхів, що допоможуть отримати бажані набори даних. Одним з таких шляхів є модифікація вже присутніх даних. В інтернеті присутні датасети водного середовища, хоча їх кількість та різноманітність не є значною. Для отримання зразків, що містять шуми кораблів з присутністю різних фонових шумів, можна розглянути комбінацію існуючих шумів кораблів з реальними фоновими шумами. Так, в якості джерела шумів водного середовища можна розглянути датасет Shipsear. В ньому присутні шуми чотирьох класів кораблів різної якості та фонові шуми, такі як: шуми максимального потоку, шуми спричинені дощем, шуми вітру та шуми хвиль. Усі зразки описані та в окремому файлі вказані їх характеристики. Спочатку, аудіофайли шумів повинні пройти процес сегментації. В результаті, будуть отримані семпли розміром 2 секунди кожен. Це дозволить обрати сегменти аудіофайлів, що мають задовільну якість та відповідають бажаним характеристикам. Для відбору якісних характеристик, кожен семпл буде представлено у вигляді спектрограми та нормалізованої потужності спектру. Якщо тональні частотні компоненти цільового об'єкта є значно більшими ніж компоненти шумів та спектрограма відчить про малу присутність сторонніх шумів, тоді семпл шумів кораблів можна вважати задовільним. Аналогічно, відбувається відбір фонових шумів. Відібрані зразки

комбінуються, що дозволить отримати семпли шумів водного середовища з заданим набром реальних фонових шумів.

Іншим шляхом формування датасету шумів водного середовища з бажаними характеристиками є моделювання шумів кораблів. Цей підхід дозволить не бути обмеженим в кількості класів та мати шуми з різним. Також, можливий комбінований підхід, де згенеровані шуми кораблів комбінуються з реальними фоновими шумами.

Спектр усіх видів семплів сягає 1024 Гц. Для оцінки результатів застосовані наступні оцінки: співвідношення сигналу та шуму(11), корінь середньої квадратичної помилки(12), структурна подібність(13).

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{|X_{\text{Signal}}|^2}{|X_{\text{Total}} - X_{\text{Signal}}|^2} \right) \quad (11)$$

де X_{Signal} - представляє цільвий сигнал, X_{Total} - загальний шум сигналу.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2} \quad (12)$$

де N - кількість вимірювань, x_i - реальне значення сигналу, \hat{x}_i - його оцінка.

$$SSIM(u, v) = \frac{(2 \mu_u \mu_v + c_1)(2 \sigma_{uv} + c_2)}{(\mu_u^2 + \mu_v^2 + c_1)(\sigma_u^2 + \sigma_v^2 + c_2)} \quad (13)$$

де μ_u, μ_v - середнє відхилення зображення u, v та $\sigma_u^2, \sigma_v^2, \sigma_{uv}$ - середнє та стандартне відхилення оціненого сигналу σ_{uv} - коваріація між u та v , C_1, C_2 - константи для стабільності ділення.

Список використаних джерел

1. Ashraf, H., Jeong, Y., & Lee, C. H. (2021). Underwater Ambient-Noise Removing GAN Based on Magnitude and Phase Spectra. *IEEE Access*, 9, 24513-24530. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3051263
2. Underwater target classification at greater depths using deep neural network with joint multiple-domain feature / Cao Xu, Zhang Xiaomin, Togneri Roberto, Yu Yang // *IET Radar, Sonar & Navigation*. 2019. Vol. 13, no. 3. P. 484–491
3. Santos-Domínguez David, Torres-Guijarro Soledad, Cardenal-Lopez Antonio, Pena-Gimenez Antonio. *ShipsEar: An underwater vessel noise database*. *Applied Acoustics* 2016
4. Олексій А.О., Верлань А.А. Застосування багатошарового перцептрона для аналізу акустичних сигналів у водному середовищі. *Зв'язок*, 2023, № 3. С. 40 – 45. <https://doi.org/10.31673/2412-9070.2023.039000>
5. Олексій А.О., Верлань А.А. Нейромережеві підходи до генерації акустичних сигналів водного середовища. XX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики", 25 – 28 квітня 2023 р., м. Київ. Т. 2. С. 128–129.
6. Олексій А.О., Верлань А.А. Огляд нейромережевих підходів до придушення шумів водного середовища Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Штучний інтелект та інтелектуальні системи» (AIPS-2023). 10-11 жовтня 2023 р., м. Київ. С. 42 – 51
7. Олексій А.О., Варава І.А. Створення датасету акустичних сигналів водного середовища. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції "Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку", 30 листопада 2023 року, м. Київ. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 229.

Пироговська Т.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Євтушенко А.М. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНОГО ПОЛЯ ПРОМЕНЕВИМ МЕТОДОМ

У моделюванні будь-якої системи важливий детальний аналіз предметної області для чіткого визначення особливостей архітектури системи. У моделюванні гідроакустичних сигналів у морському середовищі передусім важливо детально визначити усі змінні, які можуть впливати на розповсюдження звуку у воді, що пропонуємо зробити у даній роботі.

Перш за все розглянемо променевий метод у підході до моделювання акустичних променів у водному середовищі. Даний метод досліджує поширення хвиль відповідно до основних принципів:

- заломлення променів за зміни швидкості звуку за законом Снелліуса;
- відображення на межі розділу середовищ;
- втрати інтенсивності вздовж променів внаслідок геометричного відхилення, поглинання вздовж траєкторії та відображення на межах водних шарів;
- результуючий сигнал у точці приймача, отриманий підсумовуванням вкладів різних променів з відповідними частотами та фазами.
- аналіз розповсюдження звуку у водному середовищі

У моделюванні траєкторії променів можна застосувати наступний підхід, заснований на законі Снелліуса (1):

$$\xi = \frac{\cos \theta(z)}{c(z)} = \frac{\cos \theta_0}{c_0} \quad (1)$$

Дане узагальнення побудови траєкторії звукових променів враховує заломлення променів відносно профілю швидкості звуку у прошарках водного середовища. Водне середовище розбивається на умовні прошарки у 10 м, позначаючи кожну границю відповідно: $i, i + 1 \dots i + n$. В даному випадку вхідними параметрами є профіль швидкості звуку для кожного виділеного прошарку водного середовища: c_i . Таким чином, маючи набір швидкостей звуку для кожного прошарку можна визначити градієнт швидкості звуку для кожного i -го прошарку по наступній формулі: $k_i = \frac{c_{i+1} - c_i}{10}$.

Коли швидкість звуку змінюється з глибиною, траєкторії променів будуть викривлятися, і промені поширюватимуться по вигнутих шляхах. Радіус кривизни R визначається як відношення між збільшенням довжини дуги та збільшенням кута (рівняння 2).

$$R = \frac{c_0}{k \cdot \sin \theta} \quad (2)$$

де c_0 – початкова швидкість звуку, [м / с], k – коефіцієнт зміни швидкості звуку по глибині, [с⁻¹]; θ – початковий кут випромінювання, [рад].

Для розрахунку траєкторії променю використовуються додаткові параметри для розрахунку траєкторії променю:

- початковий кут θ – кут між дотичною до променю і вертикальною віссю, задає напрямок променю в прошарку;
- кінцевий кут φ – кут між дотичною до променя та вертикальною віссю, задає напрямок променя в кінці прошарку;
- кути α і β – початковий та кінцевий кути дуги кола.

Усі випадки побудови траєкторії променю можна умовно поділити на 2 випадки: коли промінь рухається вгору, та коли промінь рухається униз. У випадку, коли промінь рухається угору, ординату центру викривлення визначити за формулою $y_i = \frac{c_{i+1}}{k_i}$, а у випадку руху вниз

$$- y_i = \frac{c_i}{k_i}$$

Розглянемо випадок руху променя вгору: радіус заломлення дуги променя вираховуватиметься за формулою $R = \left| \frac{y_{up\ i}}{\sin \theta} \right|$, а центр кола дуги, по якій заломлюватиметься промінь тоді визначатиметься за рівнянням 3.

$$\begin{cases} x_i = -\frac{c_{i+1}}{k_i \cdot \tan \theta}, \\ y_i = y_{up\ i} - 10(i + 1). \end{cases} \quad (3)$$

В залежності від значення початкових та кінцевих кутів, довжина дуги кола і проекція дуги кола променя на вісь абсцис будуть різними:

- промінь заломлюється вгору, попадаючи у верхній прошарок (рисунок 1а);
- промінь заломлюється вниз, попадаючи у верхній прошарок (рисунок 1б);
- промінь рухається ввєрх, заломлюється і залишається в поточному прошарку (рисунок 1в).

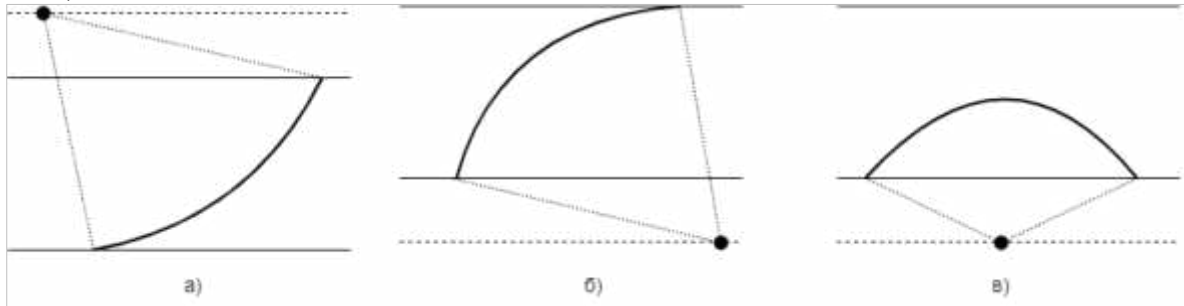


Рисунок 1 - Випадки, коли промінь рухається вгору

У випадку, якщо промінь рухається вниз, радіус кола та центр кола вираховується за наступними формулами (4 і 5).

$$R = \left| \frac{y_{down\ i}}{\sin \theta} \right|, \quad (4)$$

$$\begin{cases} x_i = -\frac{c_i}{k_i \cdot \tan \theta}, \\ y_i = y_{down\ i} - 10i. \end{cases} \quad (5)$$

Аналогічно до першого випадку, залежно від значення початкових та кінцевих значень кутів, проекція дуги кола поточного променя буде різною:

- промінь переломлюється вгору та потрапляє у нижній прошарок (рисунок 2а);
- промінь переломлюється вниз та попадає у нижній прошарок (рисунок 2б);
- промінь переломлюється вгору та залишається в поточному прошарку (рисунок 2в).

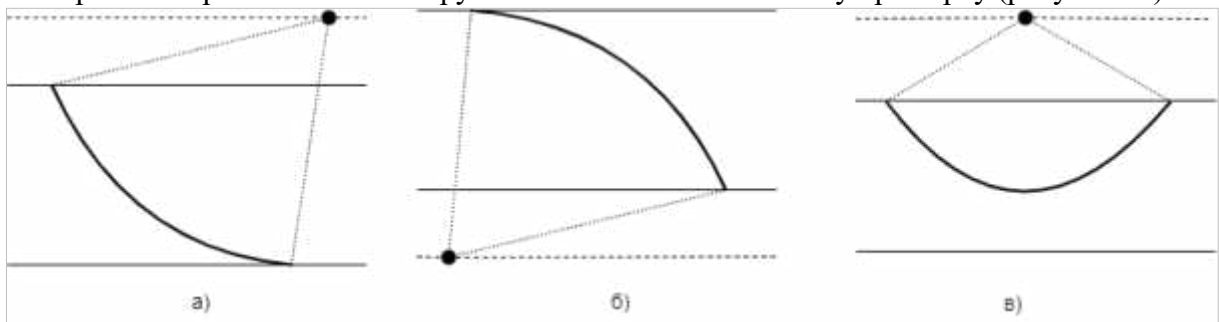


Рисунок 2 - Випадки, коли промінь рухається вниз

Оскільки водне середовище складається з багатьох водних шарів, то дуги кіл, які побудовані для кожного шару окремо, ми з'єднуємо і в результаті виходить траєкторія руху променя джерела випромінювання.

Наступними важливими параметрами у моделюванні траєкторії звукового променя є відбиття звуку морським дном та поверхнею моря.

Морське дно являє собою межу відбивання і розсіювання звуку, що має ряд характерних та аналогічних морської поверхні особливостей. Відображення звуку від морського дна є значно складнішим явищем, ніж відбиття від морської поверхні:

1) дно має різноманітніші акустичні властивості, за складом може змінюватися від твердої скелі до м'якого мулу.

2) дно є складною шаруватою структурою, що має щільність і швидкість звуку, що поступово або різко змінюються з глибиною.

Трасування променів значно спрощується, коли промені не досягають дна, а зупиняються на межі водного дна. Це дозволяє уникнути численних відбиттів від багат шарового дна. Швидкість звуку для моделі дна є комплексною величиною і враховує загасання променю в рідкому середовищі $c_{\text{дна}} = \frac{\omega}{k}$, $k = \frac{\omega}{c_{\text{дна}}} - i\alpha$ [1/м], де $\alpha = 0,015$, [1/м] – коефіцієнт загасання.

Коефіцієнт відбиття звуку дном $|K_D|$ визначає величину втрат акустичної енергії при взаємодії фронту хвилі із ґрунтом. Для обчислення цього коефіцієнта використовується найпростіша модель дна, є однорідним середовищем з плоскою межею, яка характеризується щільністю ρ_r і швидкістю звуку c_r . Коефіцієнт відбиття звуку дном обчислюється за такою формулою 6.

$$|K_D| = \frac{m \sin \theta_D - \sqrt{n^2 - \cos^2 \theta_D}}{m \sin \theta_D + \sqrt{n^2 - \cos^2 \theta_D}}, \quad (6)$$

де θ_D – кут ковзання променю біля дна, $m = \frac{\rho_r}{\rho_v}$ – відношення щільностей ґрунту та води, $n = \frac{c_v}{c_r}$ – відношення швидкостей звуку у воді та ґрунті (показник заломлення).

Окрім затухання сигналу при зустрічі з дном, також важливо враховувати сам рельєф дна, для точного відображення траєкторії відбиття акустичного сигналу від нього. Звідси впливає важливість забезпечення задання користувачем батиметрії експерименту. Джерело випромінювання звуку знаходиться на глибині 100 м. Відстань, що проходить промені при моделюванні, становить 10000 м. Крок сітки батиметрії становить 10 м. Проведено порівняння траєкторії променів для оцінки похибки по глибині і відстані зі зміною початкового кута променю на 1° , $0,1^\circ$.

Таблиця 1 -Для кутів 85-86, при яких немає відбиття від границь хвилеводу

Кут	Координати променю по y на відстані 10000 м	Координати променю по x на глибині 393,9 м
85°	$y = -393,9$	$x = 10000,0$
86°	$y = -376,7$	$x = 10216,9$
$85,1^\circ$	$y = -387,2$	$x = 10079,5$
$85,01^\circ$	$y = -393,35$	$x = 10007,9$

З отриманих даних, можна вирахувати погрішність по глибині та відстані: $1^\circ - \Delta h = 17,2\text{м}, \Delta l = 216,9\text{м}; 0,1^\circ - \Delta h = 6,7\text{м}, \Delta l = 79,5\text{м}; 0,01^\circ - \Delta h = 0,55\text{м}, \Delta l = 7\text{м}.$

Порівняння для менших кутів не проводилися, тому що для них є багаторазове відображення від меж хвилеводу, і на відстань 10000 м для променю буде велике згасання. Зменшення кроку сітки батиметрії спричиняє також зменшення кроку, з яким змінюється початковий кут траєкторії променю. Якщо зміна початкового кута буде менше $0,01^\circ$, час розрахунку значно збільшиться. З результатів видно, що крок сітки батиметрії 10 м є оптимальним для зміни початкового кута на $0,01^\circ$, оскільки зміщення на відстані менше, ніж 10 м. Аналогічно для кроку по глибині.

У підході до моделювання відбиття променів від рельєфного дна було вирішено переходити від трьох вимірної задачі до двовимірної, шляхом вирахування перерізу батиметрії, по прямій, на яку падає промінь. Розрахунок перерізу батиметрії проводиться із застосуванням методу Брезенхема. Лінія перерізу поділяється сіткою батиметрії на відрізки.

Клас `CoreBathCheck` містить тільки один метод `LayerBathCheck(int[], double, double, double[], ref bool, ref bool, CoreParameters, ref double)`. Метод має 8 параметрів: масив глибин у вузлових точках батиметрії, крок перерізу батиметрії, проекція всієї траєкторії променю на горизонтальну вісь, масив відстаней від початкової точки перерізу до гідроакустичної станції, 2 параметри, що вказують, чи влучив промінь в гідроакустичну станцію, та чи потрібно продовжувати розрахунок в даному перерізі батиметрії, об'єкт класу `CoreParameters`, в якому зберігаються результати обчислень одного з методів: `FirstLayerUp()`, `FirstLayerDw()` або `Layer()`, та останній параметр, в який записується обчислений кут потрапляння променю в ГАС. В методі `LayerBathCheck()` відбувається перевірка, чи відбулось влучання променю в похиле дно або в гідроакустичну станцію, внаслідок якого розрахунок траєкторії променю зупиняється. Для ініціалізації статичних властивостей в класі `Ray2D` створений метод `PrepareValues(double[], double, double)`, який приймає 3 параметри: масив значень профілю швидкості звуку, коефіцієнти затухання амплітуди при відбитті звукового променю від поверхні та від дна водного середовища. В методі відбувається розрахунок градієнтів швидкості звуку та координати Y центрів кіл, для кожного водного прошарку. Глобальні параметри розрахунку, які використовуються методами одразу декількох класів реалізовані у вигляді властивостей статичного класу `StaticVar`.

Висновки

У даній роботі було проведено детальний аналіз предметної області, а саме моделювання гідроакустичного поля променевим методом. Було надано детальний опис теоретичних відомостей про відбивання звукових променів у морському середовищі, зокрема описано вплив швидкості звуку відносно глибини та його вплив на гідроакустичні хвилі. Було розглянуто також вплив рельєфу, та способи його моделювання для врахування нерівномірного рельєфу при побудові траєкторії звукового променю. На основі проведеного аналізу створено та представлено архітектуру програмного забезпечення моделювання гідроакустичного поля променевим методом. До представленої архітектури надано короткий опис створених класів та їх взаємодію.

Список використаних джерел

1. Свинчук О.В., Пуха Г.С., Євтушенко А.М., Пироговська Т.В. Моделювання розповсюдження гідроакустичного сигналу променевим методом. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2022. Т. 24, № 1. С. 36–50.
2. J. M., 'Ray Trace Modeling of Underwater Sound Propagation', Modeling and Measurement Methods for Acoustic Waves and for Acoustic Microdevices. InTech, Aug. 28, 2013. doi: 10.5772/55935.
3. Пироговська Т., Євтушенко А., Структура бази знань моделювання гідроакустичних полів на основі променевої теорії. Науково-практичний журнал «Зв'язок», 2023, № 3 (163). С. 50 – 61.
4. Hovem J.M. Marine Acoustics: The Physics of Sound in Underwater Environments. Peninsula Publishing, Los Altos, California, USA, 2010. 656 p.
5. Jensen F.B., Kuperman W.A., Porter M.B., Schmidt H. Computational Ocean Acoustics. Springer Science & Business Media, New York, 2th ed., 2011. 794 p.
6. Пироговська Т., Довженко Т.П. Розробка користувацького інтерфейсу введення криволінійної траєкторії. Науково-практичний журнал «Зв'язок», 2023, № 4 (164). С. 39 – 45. <https://doi.org/10.31673/2412-9070.2023.049000>
7. Пироговська Т.В., Мусієнко А.П. Аналіз алгоритму пошуку траєкторії об'єкту у морському середовищі. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції "Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку", 30 листопада 2023 року, м. Київ. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 246 – 248.

ПРОБЛЕМАТИКА ВАЛІДАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Математичні моделі широко використовуються для передбачення поведінки складних систем у різноманітних галузях, від фінансів та економіки до фізики та енергетики. Проте, щоб забезпечити корисність цих моделей, тобто наскільки вони відповідають потребам та досягають цілей, для яких вони були розроблені, необхідно провести ретельну перевірку та оцінку. Математична модель представляє собою уявлення системи реального світу через математичні рівняння, що дозволяє науковцям та дослідникам здійснювати прогнози щодо поведінки системи в різних умовах[1].

Оцінка відповідності моделі спостереженням є важливою для визначення точності та достовірності моделі. Пошук оптимальних стратегій валідації, які враховують різноманітні аспекти моделі, є важливим завданням для забезпечення високої якості математичних моделей.

Під час валідації математичних моделей за допомогою програмних засобів можуть виникнути ряд проблем які важливо враховувати для досягнення надійних та точних результатів.

Недостатність даних. В ідеалі, для валідації потрібно мати велику та репрезентативну вибірку даних. Однак у багатьох випадках може виникнути проблема обмеженості або недоступності даних, що призводить до складнощів у проведенні повноцінної валідації. Недостатність даних може призвести до невизначеності або спрощень у моделюванні.

Складність моделей. У випадку складних математичних моделей може бути важко визначити, як правильно валідувати всі їхні аспекти. Складні моделі можуть включати велику кількість параметрів та взаємодію між різними компонентами. Це може зробити валідацію складною, оскільки не завжди можна чітко визначити, як кожен параметр або компонент впливає на результати. Складність може також призводити до великої кількості параметрів для налаштування, що ускладнює процес програмної валідації[2].

Невизначеність параметрів. Визначення точних значень параметрів може бути складним завданням. Наявність невизначених параметрів у моделі може впливати на результати перевірки. Неправильне визначення або припущення щодо параметрів може призвести до неточностей. Визначення точних значень параметрів може бути складним завданням. Навіть невеликі зміни в параметрах можуть значно вплинути на результати моделювання. Важливо проводити аналіз чутливості та враховувати можливі діапазони значень параметрів.

Часова складність. Валідація може вимагати значного часу, особливо якщо модель дуже обчислювально-витратна. Велика обчислювальна складність може ускладнювати валідацію через значний час, який необхідно витратити на один цикл валідації. Це може бути особливо важливим при потребі у багаторазових перевірках під час налаштування моделей[1].

Взаємодія зовнішніх факторів. Зовнішні фактори, такі як зміни у середовищі чи експериментальні умови, можуть впливати на результати валідації. Важливо визначити, які фактори можуть впливати та чи вони враховані в процесі валідації.

Неналежна обробка помилок. Валідаційні процедури повинні бути оснащені ефективними механізмами виявлення та обробки помилок. Відсутність цих механізмів може призвести до неправильних висновків на основі неточних або відхилених даних.

Вплив випадковості. У випадку використання методів Монте-Карло або інших стохастичних підходів результати можуть бути випадковими. Важливо розрізняти вплив випадковості від справжніх аномалій. Ці аспекти варто розглядати як ключові елементи під час підготовки та проведення валідації математичних моделей для забезпечення надійності та адекватності отриманих результатів[3]. Ретельне планування, стандартизація процесу

валідації та уважне врахування усіх факторів можуть допомогти подолати ці виклики і забезпечити надійність та точність валідації математичних моделей.

Список використаних джерел

1. D.J. Murray-Smith (2015). Testing and Validation of Computer Simulation Models, Simulation Foundations, Methods and Applications. Springer International Publishing Switzerland, pp 1– 20.
2. D. Sornette, A. B. Davis, K. Ide, K. R. Vixie, V. Pisarenko, and J. R. Kamm (2007). Algorithm for model validation: Theory and applications, pp 1–2 <https://doi.org/10.1073/pnas.061167710>.
3. Smith MI, Murray-Smith DJ, Hickman D (2007). Mathematical and computer modeling of electro-optic systems using a generic modeling approach. J Def Model Simul.SS, pp 47–60.

д.т.н. Федорова Н.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Терещенко М.С. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ВІРТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ЛАБОРАТОРІЇ КІБЕРЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Перехід до дистанційного формату роботи та навчання продовжує набувати популярності як в Україні, так і у всьому світі. У контексті багатьох наукових областей, зокрема в сфері кіберенергетичних технологій, питання відсутності можливості перебування в лабораторії може постати досить гостро й вплинути на якість робочого та освітнього процесу. Одним із можливих рішень є створення програмного комплексу, який дозволив би студентам та викладачам відвідувати віртуальні навчально-наукові лабораторії дистанційно. Окрім покращеної наочності, це рішення має також низку інших переваг:

- 1) повна віртуалізація інформації дозволяє представляти та візуалізувати дані у більш зручному вигляді, тим самим покращуючи навчальний досвід та стимулюючи нові ідеї;
- 2) експериментування та перевірка нових концепцій забирає значно менше ресурсів;
- 3) реплікація даних між реальними та цифровими об'єктами відкриває можливості для неінвазійного керування справжньою лабораторією.

Оскільки область кіберенергетичних та суміжних технологій є широкою, в основу програмного комплексу покладено декілька архітектурних рішень, спрямованих на підвищення його гнучкості. На рисунку 1 представлена багатошарова архітектура створеного комплексу, де високорівневі системи будуються на основі конкретних деталізованих програмних блоків [1].

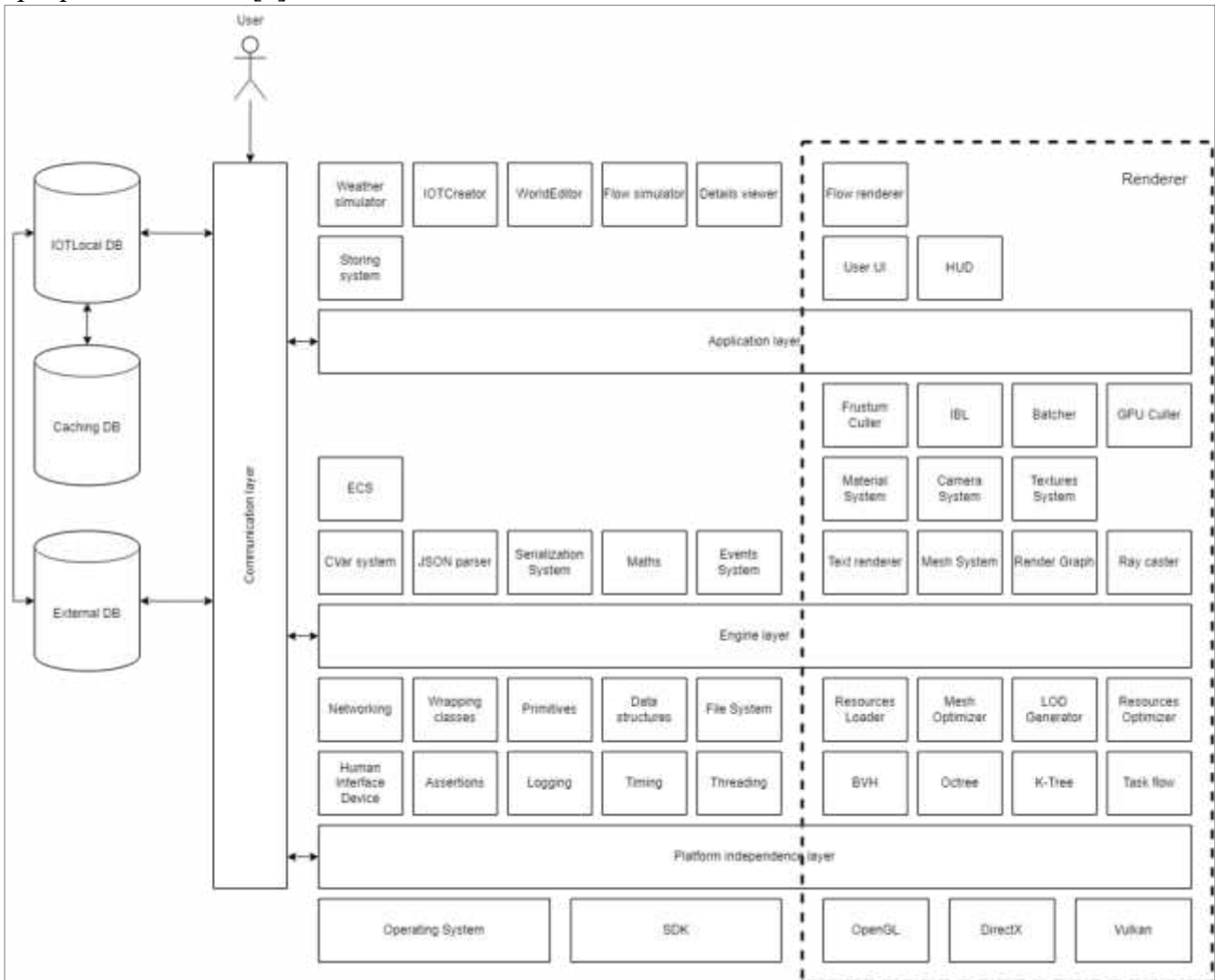


Рисунок 1 – Багатошарова архітектура програмного комплексу

Цей підхід є зручним для створення та абстрагування програмних платформ та інтерфейсів, але не є достатньо гнучким. З метою підвищення розширюваності, створений комплекс також є компонентно-орієнтованим [2]: пропонується набір незалежних один від одного компонентів, які можуть бути поєднані в довільній формі. Кожен компонент має перелік властивостей, які може отримати об'єкт. Більше того, система компонентів не є прив'язаною до конкретного шару й, відповідно, може бути розширена як на рівні застосунку, так і на рівні рушія.

Як видно з рисунку 1, до складу комплексу входять три ключові модулі: рушій візуалізації, рушій симуляції та редактор. Головним завданням рушія візуалізації є надання програмного платформо-незалежного інтерфейсу з реалізованими можливостями, достатніми для малювання тривимірних моделей й іншого ілюстративного матеріалу. З метою покращення розширюваності графічного рушія й надання можливості його користувачам додавати власні візуальні ефекти, в його основу покладено використання динамічного графу залежностей, схематичний вигляд якого представлено на рисунку 2 [3].

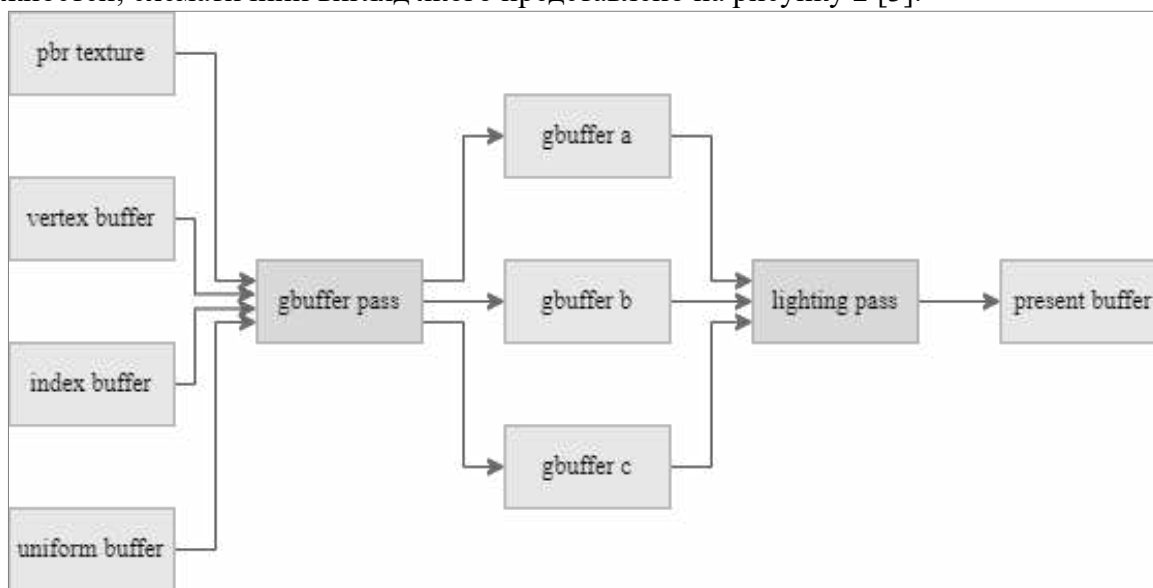


Рисунок 2 – Побудований граф залежностей використання графічних ресурсів

Основною ідеєю побудованого графу є збирання інформації про майбутній графічний кадр наперед, що дозволяє рушію, по-перше, оптимізувати використання ресурсів, оскільки буфери та текстури, що не перетинаються та потрібні лише впродовж короткого періоду часу, можуть використовувати спільну пам'ять, по-друге, запроваджувати нові графічні кроки без необхідності модифікування решти рушія: достатньо вказати назви використаних та спродюкованих ресурсів. Більше того, за наявності декількох графічних процесорів або підтримки декількох графічних черг, робота може бути легко розподілена, оскільки точки сходження та роз'єднання відомі заздалегідь.

Графічний рушій має декілька практичних застосувань. Головним його призначенням є рендерінг лабораторії в реальному часі у вигляді наближеному до реального світу: з імітацією поведінки світла при зіткненні з поверхнями різних типів, з малюванням тіней, віддзеркалень тощо. Це можливо завдяки додатковим графічним підсистемам, які запроваджує рушій, зокрема, програмованій системі матеріалів, за якої користувачі здатні налаштовувати вигляд графічних моделей в довільний спосіб. Приклад справжньої лабораторії а також її цифрової копії представлено на рисунку 3. Основний алгоритм візуалізації використовує відкладений (з англ. deferred) підхід, за якого малювання тривимірної сцени розбивається на два основні кроки: на першому кроці виконується растеризація примітивів в одну або декілька текстур, дані з яких далі використовуються на другому кроці для затінення, накладання декалей тощо [4].



Рисунок 3 – Справжня лабораторія та її тривимірна модель

Окрім зменшення овершейдінгу, цей підхід також є більш гнучким, оскільки дозволяє зберігати інформацію про матеріал для кожного намальованого текселя, що може бути особливо корисним в разі необхідності досягнення унікальних ефектів користувачами. Тим не менш, необхідність зберігання проміжних даних також є й недоліком, оскільки накладає обмеження на максимальну кількість атрибутів, що може мати один піксель. Оскільки сучасні графічні процесори підтримують щонайменше 4 одночасні цільові текстури, тобто щонайменше 64 байти на піксель, в поєднанні з константними буферами для зберігання спільної інформації вирішують цю проблему на практичному рівні.

В поєднанні з рушієм симуляції, довільний фізичний стан: температура, вологість, заповненість простору, може бути візуалізовано в зручній формі, з можливістю перегляду значення в кожній точці віртуальної кімнати. Нарешті, завдяки вбудованій підтримці малювання візуальних ефектів, рушій дозволяє, на додачу до перегляду результатів симуляції, також малювати такі фізичні явища як вогонь, дим, дощ, струм тощо.

Рушій симуляції є окремою частиною програмного комплексу, відповідальною за запровадження кіберенергетичних компонентів, фізичного середовища та симуляції роботи об'єктів в цьому середовищі. Поточна версія програмного комплексу надає 9 основних компонентів:

- 1) сенсор – Об'єкт з цим компонентом отримує здатність отримувати інформацію про один з фізичних станів з середовища в якому він знаходиться. Наприклад, сенсор температури здатний отримувати інформацію про температуру навколо себе в певному радіусі;
- 2) актуатор – Подібний до сенсора, але виконує зворотну дію й змінює фізичний стан у відповідь на вхідний сигнал;
- 3) програмований пристрій – Компонент, який дозволяє завантажувати користувацьку програму на обраний об'єкт;
- 4) мережевий міст – Надає можливість об'єкту отримувати та надсилати сигнали за допомогою протоколу MQTT, на основі бібліотеки RaHo MQTT [5]. Це дозволить сенсорам, актуаторам та комп'ютерам отримувати сигнали бездротово з інших пристроїв;
- 5) збирач енергії – Об'єкт отримує здатність отримувати енергію з навколишнього середовища;
- 6) користувач енергії – Перетворює об'єкт на енергозалежний. В разі якщо вхідної енергії недостатньо – інші компоненти почнуть втрачати свої можливості;
- 7) сховище енергії – Компонент, який дозволяє об'єкту зберігати надану енергію;
- 8) енергетичне з'єднання – Дозволяє поєднати декілька об'єктів між собою й вказати хто є джерелом й споживачем енергії;
- 9) тверде тіло – Об'єкт з компонентом твердого тіла набуває механічних властивостей й реєструється в фізичній підсистемі, відповідальній за обчислення зіткнення між тілами, швидкості руху, моменту інерції, центру маси тощо.

Кожен з фізичних станів, запроваджених рушієм, підпорядковується спільному програмному інтерфейсу – це дозволяє користувачам додавати нові можливості без необхідності зміни вихідного коду. На зміст алгоритму симуляції не накладається жодних обмежень, що робить можливим імітування поведінки станів в довільному вигляді. Більше

того, стани можуть бути залежними один від одного, що може значно підвищити якість симуляції. Наприклад, фізичний стан «температура» симулює зміну температури в кімнаті подібно до справжнього світу, з імітацією явища конвекції та горизонтального руху повітря, а також враховує положення стін, стелі, вікон та дверей в кімнаті, інформація про які надається фізичним станом «фізична заповненість», що дозволяє зробити симуляцію температури більш точною, оскільки рух повітря буде зупинятися перешкодами [6]. Приклад візуалізації температури в пустому віртуальному середовищі показано на рисунку 4.

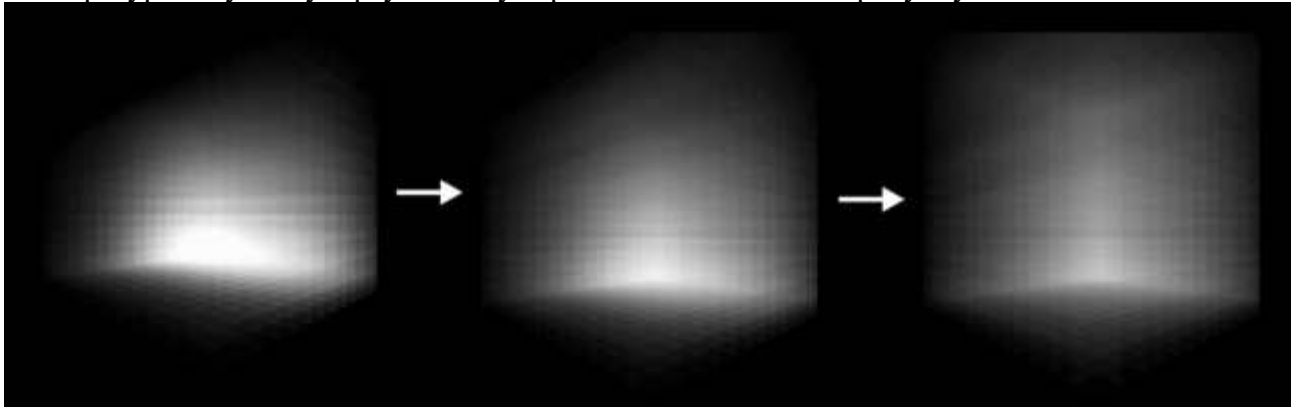


Рисунок 4 – Візуалізація розповсюдження температури в пустому віртуальному середовищі. Світліший колір відповідає вищій температурі

Завдяки раніше згаданому компоненту «мережевий міст», програмний комплекс може бути значно розширений в іншій площині: кожен з елементів реальної лабораторії отримує можливість взаємодії зі своєю віртуальною копією. Ця можливість може бути реалізована за умови, що об'єкт може бути запрограмований та підтримує протокол передачі MQTT. Такий підхід має ряд застосувань. По-перше, у випадках, коли це необхідно, фахівець отримує можливість працювати або управляти продуктом з віддаленого доступу, що стає особливо важливим при залученні стороннього спеціаліста із іншої країни. По-друге, розмиття межі між реальними та віртуальними об'єктами відкриває нові можливості для симуляції та відтворення кіберенергетичних процесів, що виявляється особливо корисним у контексті навчання та наукових досліджень. Наприклад, з метою поліпшення точності моделі симуляції розподілу температури в кімнаті, у реальній лабораторії можуть бути розташовані програмовані для передачі даних до віртуальної лабораторії температурні датчики. Інформація з цих датчиків в подальшому використовується програмним комплексом, що дозволяє користувачам зробити більш обґрунтовані висновки. Розширення можливостей взаємодії між реальною та віртуальною лабораторіями вносить інновації в сферу досліджень та розвитку, створюючи умови для більш глибокого вивчення та аналізу експериментальних сценаріїв. Зокрема, цей підхід сприяє створенню ефективних тестових середовищ, де вчені можуть відтворювати різні умови та обставини, що дозволяє проводити систематичні експерименти та вдосконалювати технології. Подальше інтегрування технологій передачі даних та програмованості в реальних об'єктах розширює можливості автоматизації та оптимізації управління, дозволяючи вдосконалювати реакцію системи на зміни та ефективно впроваджувати розумні рішення. Це не лише підвищує продуктивність, але і сприяє зменшенню кількості необхідних ресурсів.

Зазначений раніше рушій симуляції та рушій візуалізації, незважаючи на велику кількість можливостей, є незручними для використання для кінцевого користувача через відсутність будь-якого користувацького інтерфейсу. Для виправлення цієї ситуації в рамках програмного комплексу впроваджено додатковий ключовий компонент - незалежний програмний модуль-редактор. Основною метою редактора є створення зручного графічного інтерфейсу, який сприяє взаємодії користувачів із рушіями симуляції та візуалізації. Редактор використовує принцип data-driven дизайну, за якого інформація про більшість графічних віджетів та інші елементи зберігається у файлах-конфігураціях. Це рішення не лише полегшує взаємодію з інтерфейсом, але й відкриває для користувачів можливість налаштовувати

зовнішній вигляд редактора без необхідності втручання в вихідний код, що створює зручні умови для користувачів, дозволяючи їм персоналізувати інтерфейс відповідно до власних потреб та уподобань й сприяє високому рівню зручності та ефективності використання програмного комплексу. Розглядаючи редактор як важливий елемент інфраструктури програмного комплексу, важливо підкреслити, що він взаємодіє як посередник між користувачем і складними технічними процесами симуляції та візуалізації. Це створює унікальний простір для вдосконалення користувальницького досвіду та розширення можливостей використання програмного комплексу у різних областях, від навчання до наукових досліджень та промислових застосувань. Поточний вигляд редактора представлено на рисунку 5.

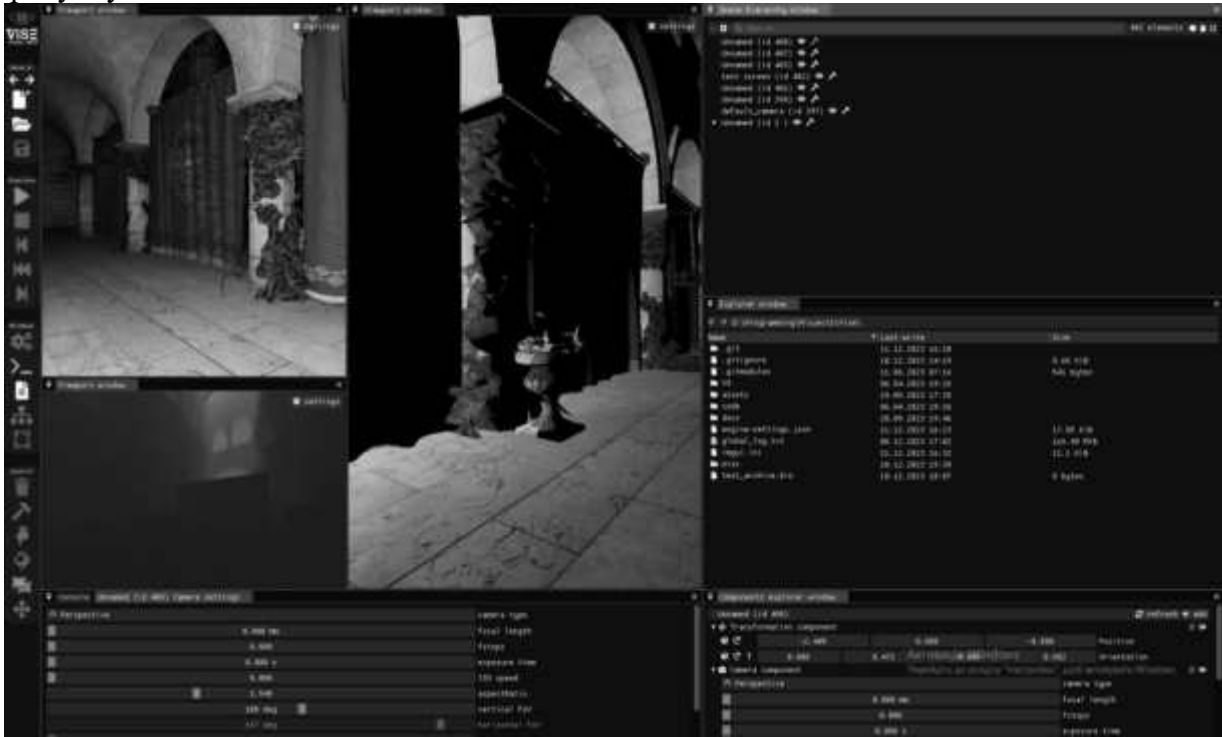


Рисунок 5 – Поточний вигляд графічного інтерфейсу запроваджененого редактором

Редактор пропонує ряд механізмів для розширення функціоналу, що дозволяють додавати нові графічні елементи з мінімальними змінами до вихідного коду. Зокрема, використовується концепція віджетів, які представляють собою універсальну сутність, здатну малювати будь-що, використовуючи наданий контекст. Це дозволяє описувати різноманітні графічні елементи в уніфікованому вигляді. Важливою властивістю віджета є відсутність його прив'язки до графічного вікна, що дозволяє інтегрувати його в будь-що: в інший віджет, у вікно або підвікно або навіть у тривимірний світ. Як згадувалось раніше, програмний комплекс є компонентно-орієнтованим й керується компонентами, кількість та зміст яких може змінюватись з кожної новою версією комплексу. Зважаючи на це, редактор також пропонує механізм напівавтоматичної побудови інтерфейсів для компонентів: користувачу необхідно надати загальну інформацію про компонент та зареєструвати його й далі його можна буде використовувати у віртуальному світі. Рушій візуалізації також підтримує поняття тривимірних віджетів, які можуть бути інтегровані безпосередньо у віртуальне середовище. Це дозволяє покращити користувацький досвід й зробити взаємодію з лабораторією більш інтуїтивною. Приклад тривимірного віджета представлено на рисунку 6. В майбутньому, завдяки компоненту «програмований пристрій» згаданому раніше, користувач зможе на додачу до програмування віртуальних IoT пристроїв, створювати програмний інтерфейс до них, відображення якого буде здійснюватися за допомогою тривимірних віджетів.

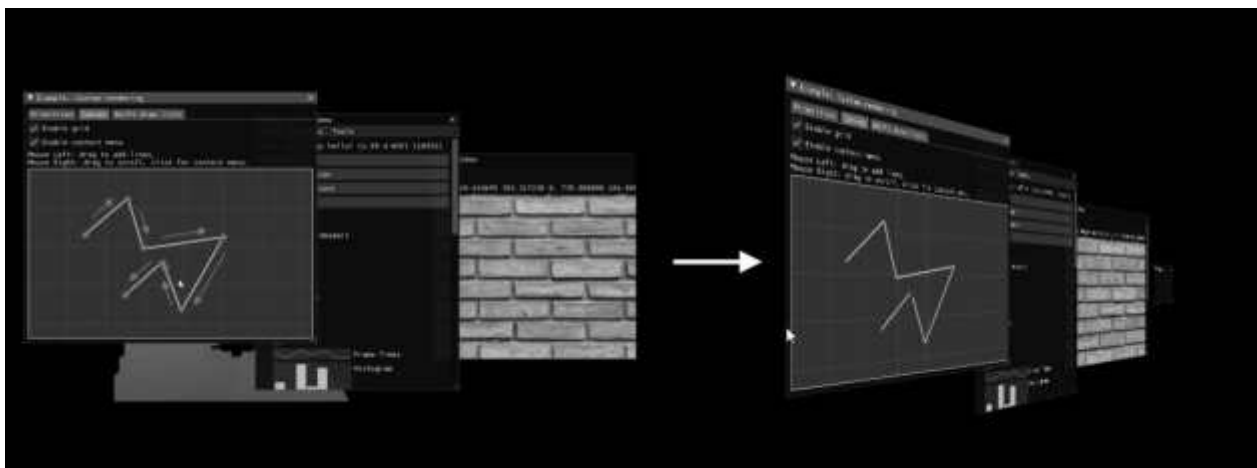


Рисунок 6 – Малювання на тривимірному віджеті-полотні

Використання тривимірної візуалізації для представлення та управління кіберенергетичними процесами на поточному етапі розвитку програмного комплексу вже відкриває користувачам велику кількість можливостей. Для прикладу, користувач вже має достатньо можливостей для програмування власного віртуального робота, здатного рухатись по кімнаті, оминати перешкоди й збирати інформацію про температуру навколо себе. Потенційно, завдяки протоколу MQTT, може бути створений додаток-контролер для керування та перегляду за цим віртуальним роботом дистанційно, наприклад, з телефону. В майбутньому нові можливості будуть лише додаватись, але основна сутність й фундамент комплексу вже сформовані.

Список використаних джерел

1. Microsoft Patterns & Practices Team. "Microsoft® Application Architecture Guide, 2nd Edition (Patterns & Practices)" – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/>
2. Bilas, Scott. "A Data-Driven Game Object System". – URL: <https://www.gamedevs.org/uploads/data-driven-game-object-system.pdf>
3. Joshi A. Render Graphs. – URL: <https://apoorvaj.io/render-graphs-1/>
4. Hargreaves S.; Harris M. "'6800 Leagues Under the Sea: Deferred Shading" – https://http.download.nvidia.com/Leagues_Deferred_Shading.pdf
5. Paho MQTT C – URL: <https://github.com/eclipse/paho.mqtt.c>
6. Was J., Karp. A, Lukasik S. and Palka D., Modeling of fire spread including different heat transfer mechanisms using cellular automata. Computational Science – ICCS 2020, pages 445–458, Cham, 2020. Springer International
7. Федорова Н.В., Терещенко М.С. Програмний комплекс віртуальної моделі лабораторії кібер-фізичних систем. XX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», 25-28 квітня 2023 р. м. Київ, КПІ імені Ігоря Сікорського, 2023. Т. 2. С.107 – 108.
8. Терещенко М.С., Федорова Н.В. Розробка графічного рушія для візуалізації навчально-наукових кібер-енергетичних лабораторій. Міжнародна науково-практична конференція «Вектори розвитку науки, освіти, технологій і суспільства в умовах глобалізації», 19 жовтня 2023 р. м. Полтава: ЦФЕНД, 2023. Ч. 2. С. 39 – 42.
9. Бочок В.О., Федорова Н.В. Обмін та збереження інформації між агентами, здатними до навчання. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції "Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку", 30 листопада 2023 року, м. Київ. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 89.

д.т.н. Барабаш О.В. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Кир'янов А.Ю. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАКОНІВ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПОЛЬОТУ СТРОЄМ У РАЗІ ЗБОРУ ЗГІДНО ІЗ ЗАГАЛЬНИМ КУРСОВИМ КУТОМ

У сучасному світі безпілотні літаки знаходять широке застосування в різноманітних сферах, від комерційних до військових. Однією з ключових складнощів в управлінні є здатність підтримувати задану геометричну форму та координату польоту відповідно до загального курсового кута. Розробка ефективних законів управління для збору групи БПЛА відповідно до цього кута має велике значення в контексті забезпечення надійності та точності польоту цих систем. У даній статті розглядаються аспекти розроблення та застосування законів керування для забезпечення оптимального строю групи БПЛА з урахуванням загального курсового кута, що є важливою складовою їхньої координати та ефективності.

Закон керування для польоту строєм

За допомогою модифікації архітектури взаємодії, представленої в цій статті описаний запропонований метод неоднорідного, як за величиною, так і за напрямом векторного поля шляху.

Для управління одиночними БПЛА у роботі було запропоновано метод векторного поля проходження шляху (англ. path following vector field).

Аналогічний метод названо методом векторних полів Ляпунова. При цьому передбачається, що одиночний БПЛА витримує постійну швидкість польоту, тому поле однорідне за величиною.

У цій роботі розроблено різні методи неоднорідного поля, як за величиною, так і за напрямом векторного поля для управління групою БПЛА.

Метою даного розділу є розробка законів управління для високорівневої моделі БПЛА літакового типу.

Виберемо закон управління для швидкостей БПЛА у такому вигляді (рівняння 1):

$$V^c = (v_i^c)_{i=\overline{1,N}} = \left(\sqrt{\frac{(v_f^{n,\tau} \arctg(k_v^n \hat{e}_i^n))^2 + (v + v_f^{\tau} \arctg(k_v^\tau \hat{e}_i^\tau))^2}{v_i^c}} \right)_{i=\overline{1,N}} \in \mathbb{R}^{N \times 1}, \quad (1)$$

де $k_v^{n,\tau}$ – позитивні константи, від яких залежить плавність виходу апаратів на задані відносні положення в n -му напрямку та τ -му напрямку відповідно, $v_f^{n,\tau}$ – максимальні значення норми векторів додаткової швидкості v_f^n і v_f^τ в n -му напрямку та τ -му напрямку, які повинні бути обрані згідно (1.2), v – крейсерська швидкість рою, оптимальна з погляду аеродинамічних характеристик БПЛА.

Виберемо закон управління для курсових кутів БПЛА (рівняння 2):

$$\chi^c = \left(\chi^q + \arcsin \left(\frac{v_f^{n,\tau} \arctg(k_v^n \hat{e}_i^n)}{v_i^c} \right) \right)_{i=\overline{1,N}} \in \mathbb{R}^{N \times 1}, \quad (2)$$

де χ^q – кінцевий курсовий кут формації БПЛА.

Теорема

Якщо закони управління v^c , χ^c та s задаються відповідно до рівнянь (1) та (2) відповідно, то в динамічній системі ладу БПЛА точка рівноваги асимптотично стійка в цілому.

Отже, (1) і (2) визначають в усьому. У нашому випадку – двовимірному просторі польоту групи БПЛА неоднорідне векторне поле проходження шляху $F: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ кожного з апаратів, норма вектора якого в конкретній точці простору є командою швидкості для апарату, що знаходиться в цій точці, а напрямок – командою курсового кута.

Висновок

У даній статті розглянуто важливість та перспективність розробки законів управління для рою безпілотних літаків (БПЛА) відповідно до загального курсового кута. Виявлено, що

ефективні методи керування є важливими для досягнення точності, координації та надійності у польоті групи БПЛА. Розробка таких законів керування відкриває можливості для покращення їхньої здатності працювати як єдине ціле, виконуючи складні завдання у різних сферах застосування. Зокрема, управління роєм за загальним курсовим кутом відіграє ключову роль у забезпеченні оптимального розташування та координації літаків у формації, що відкриває перспективи для подальшого розвитку автономних систем та їхнього використання в різноманітних сферах. Відповідно, подальші дослідження у цьому напрямку відіграють ключову роль у покращенні функціональності та ефективності безпілотних літаків.

Список використаних джерел

1. Barabash O., Dakhno N., Shevchenko H., Sobchuk V. Unmanned Aerial Vehicles Flight Trajectory Optimisation on the Basis of Variational Inequality Algorithm and Projection Method. Proceeding. 2019 IEEE 5th International Conference “Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments” (APUAVD). 22-24 October, National Aviation University, 2019. Kyiv, Ukraine. P. 136 – 139.
2. Koval O., Barabash O., Havrylko Y., Makarchuk A., Musienko A., Salanda I. Comparison of Two Methods of Signal Smoothing in the Development of navigation Systems. 2023 IEEE 7th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC). October 24 – 27, 2023, Kyiv, National Aviation University, Ukraine. P. 42 – 46.
3. Барабаш О.В., Кир’янов А.Ю. Математична модель групового управління безпілотними літальними апаратами на основі методу простору відносних станів. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки». 2023. № 5, Том 2. С. 7 – 13.
4. Dakhno N., Barabash O., Shevchenko H., Leshchenko O., Dudnik A. Integro-differential Models with a K-symmetric Operator for Controlling Unmanned Aerial Vehicles Using a Improved Gradient Method. 2021 IEEE 6th International Conference “Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD). Proceedings. October 19 – 21, 2021, Kyiv, Ukraine. P. 61 – 65
5. Barabash O., Dakhno N., Shevchenko H., Sobchuk V. Unmanned Aerial Vehicles Flight Trajectory Optimisation on the Basis of Variational Inequality Algorithm and Projection Method. Proceeding. 2019 IEEE 5th International Conference “Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments” (APUAVD). 22-24 October, National Aviation University, 2019. Kyiv, Ukraine. P. 136 – 139.
6. Кир’янов А.Ю. Аналіз сучасних підходів до групового керування автономними безпілотними літальними апаратами. Науковий журнал «Зв’язок», 2023, № 5 (165). С. 40 – 47.
7. Barabash O., Kyrianov A. Development of control laws of unmanned aerial vehicles for performing group flight at the straight-line horizontal flight stage. Advanced Information Systems, 2023. Volume 7, No. 4. P. 13 – 20. (Scopus)
8. Барабаш О.В., Кир’янов А.Ю. Дослідження алгоритмів поведінки зграй у природі для можливості застосування в групових польотах безпілотних літальних апаратів. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2023. № 3. С. 40 – 49.
9. Барабаш О.В., Кир’янов А.Ю. Рекомендації щодо управління групою БПЛА на основі аналізу поведінки зграй в природі. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції “Системи і технології зв’язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку”, 30 листопада 2023 року, м. Київ. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, 2023. С. 72 – 73..
10. Барабаш О.В., Кир’янов А.Ю. Групове управління автономними безпілотними літальними апаратами: аналіз та перспективи. Modern problems of science, education and society. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine. 2023. Pp. 401-402

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЕННЯ ДИСКРЕТНОГО ЛОГАРИФМУ ДЛЯ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ НАД СКІНЧЕННИМИ ПОЛЯМИ

Дослідження в галузі криптографії сприяють інноваціям, технологічному прогресу та появі нових технологій, які забезпечують безпеку в мережах, фінансових транзакціях та багатьох інших аспектах цифрової економіки.

Окрім того, для боротьби з кіберзлочинністю актуальним є як розроблення криптографічних алгоритмів та методів шифрування, так і постійний пошук вразливостей уже існуючих криптографічних систем та підходів, що дозволяє будувати нові системи з посиленням захистом інформації від несанкціонованого доступу.

Найбільш ефективним на сьогоднішній день вважається асиметричне шифрування, яке лежить в основі криптографії з публічним ключем. У даній роботі пропонується розглянути задачу дискретного логарифмування на еліптичній кривій, на якій будуються різні криптографічні системи.

Задача дискретного логарифмування полягає у знаходженні порядку елемента у циклічній скінченній групі. Проблема дискретного логарифмування на еліптичній кривій є задачею пошуку порядку елемента у адитивній циклічній групі [1].

Для вирішення даної задачі існує ряд методів, а нові методи продовжують досліджувати зараз. Дана проблема є актуальною, адже ці методи становлять загрозу для сучасних криптографічних систем, а їх оцінка та аналіз допомагають покращувати безпеку даних та уникати знайдених вразливостей, що використовуються у даних методах та алгоритмах.

Мета дослідження

Метою роботи є пошук обмежень для скінченних полів для реалізації ефективного методу обчислення дискретного логарифмування, що дозволить будувати більш стійкі до атак криптографічні системи.

Огляд існуючих методів вирішення задачі дискретного логарифмування

Алгоритм простого перебору є неефективним, незважаючи на те, що має лінійну складність. Порядок групи зазвичай обирають настільки великим, що навіть сучасні комп'ютери не можуть вирішувати задачу цим алгоритмом швидко. Мета будь-якого алгоритму вирішення задачі дискретного логарифмування це покращення часу виконання та затрат на пам'ять.

На даному етапі дослідження пропонується до розглядання два алгоритми для вирішення проблеми дискретного логарифмування. Авторство першого алгоритму приписується Деніелу Шенксу [2], який дав йому назву Маленького кроку-Великого кроку (Baby step-Giant step). Даний метод у звичайному його представленні може бути виконаний у детермінований час $O(\sqrt{N})$ операцій групи. Також даний алгоритм вимагає збереження \sqrt{N} елементів групи, де N є порядком групи. Ідея даного алгоритму полягає у тому, щоб обійти групу "маленькими" кроками, а потім "великими", знайшовши співпадіння та вирахувавши шуканий ключ. Даний алгоритм має ряд модифікацій, серед яких варто назвати метод кенгуру [3] та метод двох сварливих гігантів [4]. Основний недолік алгоритму Шенксу полягає у використуваній пам'яті.

Наступним методом, що пропонується розглянути у рамках даного виступу, є р-алгоритм Полларда [5]. Складність даного алгоритму така сама, як і у алгоритму Шенкса - $O(\sqrt{N})$ - проте він використовує константний простір $O(1)$, що робить його набагато ефективнішим з точки зору використовуваного простору. Даний метод будується на теоремі, згідно якої у перемішаній випадковим чином послідовності можливо знайти цикл у детермінований час $O(\sqrt{N})$ операцій групи. Таким чином, даний алгоритм будує функцію випадкового відображення групи, проходиться цим відображенням для знаходження колізії.

Знайшовши колізію, можливо вирішити задачу дискретного логарифмування. Даний метод має ряд модифікацій, з яких варто відзначити паралізований варіант даного методу.

На даному етапі дослідження авторами висувається гіпотеза, згідно якої у моменті перевірки на існування колізії пропонується порівнювати не точки, а їх класи еквівалентності. Класи еквівалентності пропонується визначати наступним чином: $P \sim Q$ якщо $Q \in \{P, -P\}$. Помітимо, що кількість елементів в одному класі еквівалентності рівна $2t + 2$, якщо t це кількість пересічень еліптичною кривою осі абсцис.

Висновки

У даному дослідженні було розглянуто ряд методів для вирішення задачі дискретного логарифмування. Задача даного дослідження полягає у тому, щоб знайти певне покращення або вхідні умови, з якими вдасться покращити даний показник. Так як ρ -алгоритм Полларда використовує набагато менший простір з приблизно схожою складністю виконання, порівняно з алгоритмом Шенкса, даним дослідженням пропонується сфокусуватись саме на цьому алгоритмі. Найперспективнішим способом покращення на даному етапі дослідження вважається спрощення процесу перевірки на колізію шляхом введення класів еквівалентності. Також за ціль даного дослідження ставиться пошук нижньої границі інтервалу, в якому може статись колізія. Якщо ця границя буде знайдена, можна буде пропустити перші T елементів послідовності, чим пришвидшити загальну швидкодію алгоритму.

У подальшому дослідженні також пропонується розглянути інші існуючі методи вирішення задачі дискретного логарифмування для пошуку інших можливих покращень для них.

Список використаних джерел

1. Falk, J. On Pollard's rho method for solving the elliptic curve discrete logarithm problem [Text] / J. Falk, – 2019.
2. Shanks D. Class number, a theory of factorization and genera [Text] / D. Shanks // Proc. Symp. Math. Soc. – 1971. – P. 20 – С. 415-440.
3. Pollard J. M. Kangaroos, monopoly and discrete logarithms [Text] / J. M. Pollard // Journal of cryptology – 2000 – Т. 13, Вип. 4 – С. 437-447.
4. Daniel J. Bernstein et. al. On the Correct Use of the Negation Map in the Pollard rho Method [Text] / D. J. Bernstein, T. Lange, P. Schwabe. // Public Key Cryptography – 2011 – С. 128-146.
5. Pollard, J. M. Monte Carlo methods for index computation (*mod p*) [Text] / J. M. Pollard // Mathematics of computation – 1978 – Т. 32, Вип. 143 – С. 918-924.
6. Hu, Z., Dychka, I., Onai, M., Zhykin, Y. Blind Payment Protocol for Payment Channel Networks. International Journal of Computer Network and Information Security, 2019, 11(6), pp. 22–28.
7. Hu, Z., Dychka, I., Onai, M., Ivaschenko, M., Jun, S. Improved method of López-Dahab-Montgomery scalar point multiplication in binary elliptic curve cryptography. International Journal of Intelligent Systems and Applications, 2018, 10(12), pp. 27–34.
8. Дичка І.А., Онай М.В., Дрозда Т.П. Модифікований віконний метод однократного множення точки еліптичної кривої на скаляр у полі $GF(p)$. Радіоелектроніка, інформатика, управління, 2016. № 2 (37). С. 95 – 102.
9. Sulema Y., Onai M., Dychka A. Забезпечення завадостійкості багатоклірних штрихкодів на основі поля $GF(pm)$. System technologies, 2021. № 1 (132). С. 31 – 50.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Витвицький М.А. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ 5G ТЕХНОЛОГІЙ У ТЕЛЕУПРАВЛІННІ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ: ВИСОКОШВИДКІСНИЙ ЗВ'ЯЗОК ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

У світлі стрімкого розвитку телекомунікаційних технологій в сучасному енергетичному секторі, впровадження 5G технологій виявляється ключовим фактором для досягнення високої ефективності управління та оптимізації виробництва енергії. Забезпечуючи неабияку пропускну здатність, низьку затримку та надійний зв'язок, 5G стає невід'ємним інструментом для переходу до енергетики нового покоління. У цій доповіді зосередимо увагу на визначенні впливу 5G технологій на телеуправління енергетичними системами, зокрема на їхню здатність оптимізувати виробництво енергії та підвищити загальну продуктивність.

П'яте покоління мобільних телефонних мереж 5G забезпечує значно вищу швидкість передачі даних порівняно з попередніми генераціями. Основні характеристики 5G включають велику пропускну здатність, низьку затримку та високу надійність зв'язку [1].

Архітектура 5G мережі включає центральні обчислення, розподілені обчислення та масштабовані обчислення. Це дозволяє покращити ефективність та масштабованість мережі, що важливо для впровадження управління енергетичними системами.

Завдяки високій пропускну здатності 5G, енергетичні системи здатні в режимі реального часу моніторити та аналізувати роботу своїх компонентів. Це дозволяє операторам систем швидко реагувати на будь-які аномалії та виявляти можливі несправності ще до того, як вони можуть суттєво вплинути на ефективність виробництва. Інтегровані сенсори та системи моніторингу, підтримані 5G, формують надійну мережу для швидкої реакції на зміни у стані обладнання.

Висока швидкість передачі даних 5G дозволяє енергетичним системам ефективно обробляти та аналізувати великі обсяги інформації, яка генерується сучасними сенсорами та датчиками. Аналіз цих великих даних може допомогти вдосконалити стратегії виробництва, визначити найефективніші режими роботи та вирішувати завдання енергозабезпечення з точністю та швидкістю, які раніше були недосяжними.

Впровадження 5G технологій в енергетичні системи надає можливість вдосконаленого управління виробництвом. Системи можуть автоматично адаптуватися до змін в навантаженні, оптимізувати роботу електростанцій та ефективно розподіляти енергію в мережі з урахуванням реальних потреб. Це не лише забезпечує стабільність виробництва, але й дозволяє реагувати на коливання в попиті та вирішувати завдання ефективного використання ресурсів.

В контексті використання 5G технологій у телеуправлінні енергетичними системами та оптимізації виробництва, розумні заводи є ключовим елементом, який використовує передові технології для підвищення ефективності та гнучкості виробничих процесів. Детальному розгляду використанню 5G в виробництві та безпековому аспекту присвячено низку робіт [2, 3]. Вони використовують автономні транспортні засоби, які здатні ефективно переміщати матеріали та готову продукцію в межах виробничого приміщення. Це забезпечує оптимізацію логістики та зменшення часу на переміщення, що сприяє високій продуктивності. Виробничі лінії розумних заводів використовують роботів, які можуть виконувати різноманітні завдання, від складання до упаковки, з використанням високошвидкісного покриття стане можливим розширення навичок цих роботів. Це дозволяє автоматизувати рутинні операції, зменшуючи ризик помилок та підвищуючи точність. Розумні заводи використовують штучний інтелект для аналізу великих обсягів даних, що генеруються виробничими процесами та енергетичними системами. Це дозволяє розпізнавати патерни та оптимізувати виробництво, забезпечуючи ефективне використання ресурсів.

Розглянемо вплив застосування 5G технологій у телеуправлінні енергетичними системами на оптимізацію виробництва.

Миттєвий обмін інформацією та управління в реальному часі

5G технології забезпечують надзвичайно високу швидкість передачі даних та низьку затримку. Це дозволяє енергетичним системам збирати та обробляти дані в реальному часі. У контексті виробництва, це означає, що оператори можуть отримувати миттєвий доступ до інформації про ефективність обладнання, виробничі показники та інші параметри, що дозволяє швидко реагувати на будь-які зміни та оптимізувати роботу системи.

Можливість телеуправління в реальному часі використовуючи 5G дозволяє оптимізувати параметри виробництва на льоту. Наприклад, можливість динамічно регулювати потужність енергетичних установок або встановлювати оптимальні режими роботи електротехнічного обладнання в реальному часі, забезпечуючи ефективність та знижуючи витрати.

Автоматизація та інтелектуальна аналітика

Застосування 5G технологій дозволяє впроваджувати автоматизовані системи виробництва, які можуть взаємодіяти між собою та приймати рішення на основі аналізу великих обсягів даних. Інтелектуальна аналітика може передбачати зміни у виробничих процесах, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати продуктивність.

Системи аналізу даних, підтримані 5G, можуть в режимі реального часу аналізувати споживчий попит на енергію та прогнозувати зміни в ньому. Це дозволяє оптимізувати виробництво енергії, регулюючи генерацію з урахуванням попиту.

Гнучкість та адаптивність

5G технології дозволяють реалізувати концепцію "індустрії на замовлення". Завдяки високій швидкості зв'язку та гнучкості систем управління, виробництво може швидко адаптуватися до змін у вимогах ринку. Виробництво може ефективно переключати режими та конфігурації, оптимізуючи процес виготовлення продукції.

Системи управління, які використовують 5G, можуть автоматично реагувати на зміни в умовах виробництва. Наприклад, зниження виробництва в період низького попиту або перерозподіл ресурсів для ефективного використання енергії в режимі пікового навантаження.

Використання будь-яких нових технологій, у тому числі 5G ставить перед собою ряд викликів, з якими необхідно боротись для ефективного впровадження цієї технології:

- великі витрати на імплементацію: впровадження 5G технологій вимагає значних витрат на оновлення інфраструктури та обладнання.
- кібербезпека: зростаюча кількість з'єднаних пристроїв збільшує ризик кібератак та несанкціонованого доступу до виробничих систем.
- інтеграція та сумісність: стандартизація та сумісність різних пристроїв та систем є ключовою проблемою для успішної імплементації 5G.
- енергоспоживання: велика кількість підключених пристроїв та обладнання для підтримки 5G може призвести до збільшення енергоспоживання. Це ставить питання сталості та відповідального використання енергії.
- системи стійкості та надійності: Завдяки високим швидкостям передачі даних, важливо забезпечити стійкість та надійність систем, оскільки навіть найменша перерва може призвести до серйозних проблем виробництва.
- розробка стандартів безпеки: спроби стандартизувати та забезпечити високий рівень безпеки в мережах 5G продовжуються. Важливо розробити та впровадити ефективні стандарти безпеки для захисту від потенційних кіберзагроз.

Для того щоб вирішити перелічені проблеми необхідно проводити ряд заходів, що допоможуть їх мінімізувати.

Для зменшення енергоспоживання важливо використовувати енергоефективні технології, для зменшення впливу великої кількості підключених пристроїв на середовище та їхнього споживання енергії.

Щоб підвищити надійність та безвідмовність системи – її регулярно тестують та перевіряють на стійкість у екстрених режимах роботи, також співпраця з експертами у сфері кібербезпеки забезпечує використання передових технологій цієї галузі та максимальний захист персональних даних та загалом мережі.

Також для ефективного використання технології 5G необхідний персонал, що вмис користуватись цією технологією, отже необхідно проводити підготовку персоналу для ефективного використання функціоналу.

Впровадження 5G технологій у виробництво має значний потенціал для підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Однак, для максимізації переваг, необхідно уважно вирішувати виникаючі виклики та вживати відповідні заходи для їх подолання.

Технологію 5G можна імплементувати у вже існуюче виробництво, з метою підвищити його ефективність та технологічність, що окупиться у майбутньому. Для того, щоб це зробити необхідно перш за все оцінити існуючу інфраструктуру, щоб не витратити зайві ресурси на модернізацію, яка можливо не є необхідною. Після цього можна визначити конкретні місця де необхідна модернізація мережі та покращувати інфраструктуру зв'язку [4, 5].

З імплементовано технологією можна розгортати датчики, вимірювальні пристрої та інші IoT пристрої в зоні покриття, розроблювати для них програмне забезпечення та системи телеуправління для віддаленого керування та моніторингу виробничих процесів.

Обов'язковим кроком є тестування та можливі шляхи оптимізації введеної системи, щоб бути впевненим у її стійкості до критичних навантажень, покриття у всіх необхідних зонах та проводити тестування регулярно та налаштувати систему моніторингу для надійності та безперебійності системи.

Хоч технологія 5G та її впровадження є доволі високовартісною процедурою для виробництва, вплив її позитивно вплине не лише на більш раціональне використання ресурсів, електроенергії та інших ключових витрат, а також і на довколишнє середовище меншим споживанням матеріалів, а отже і меншою кількістю викидів у атмосферу. Ця технологія дає можливість імплементувати нові процеси у виробництво від використання датчиків та моніторингових систем до додавання роботів та автономних транспортних засобів для покращення логістики.

Висновки

Отже, використання технології 5G для створення розумного виробництва є доцільним не тільки з зору автоматизації виробництва, а й зменшення використання ресурсів для створення одиниці товару, що позитивно вплине на вартість виробництва за тривалий період часу.

Імплементация покриття 5G дає змогу автоматизувати та оптимізувати вже існуюче виробництво, покращити його технологічність та зменшити витрати на робочу силу.

Список використаних джерел

1. Аналіз можливостей використання технологій 5G в системах Інтернету речей. Електронна та Акустична Інженерія : науково-техн. журн. Київ, 2019. С. 45–48.
2. 5G for Automation in Industry. Frankfurt am Main : ZVEI, 5G-ACIA, 2019.
3. Security Aspects of 5G for Industrial Networks. Frankfurt am Main : ZVEI, 5G-ACIA, 2021
4. Integration of Industrial Ethernet Networks with 5G Networks. Frankfurt am Main : ZVEI, 5G-ACIA, 2021
5. Key 5G Use Cases and Requirements. Frankfurt am Main : ZVEI, 5G-ACIA, 2020.
6. Кросплатформна розробка мобільних застосунків [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення / О.Л. Недашківський, І.І. Гусева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 11,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 221 с.

д.т.н. Недашківський О.Л. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Волинець І.О. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ xPON У ЗАБУДОВАНИХ МІСЬКИХ РАЙОНАХ

У сучасному світі, коли проблеми екології та високі витрати енергії стають викликами для міських районів, пошуки ефективних та екологічно безпечних рішень набувають особливого значення. У цьому контексті виникає актуальне питання щодо використання технології xPON (пасивних оптичних мереж) в забудованих міських районах [1].

Однією з нагальних проблем при проектуванні і експлуатації xPON є підвищення технологічної ефективності таких мереж до рівня максимально досяжного, що передбачено у відповідних стандартах. Задачам створення моделей пасивних оптичних сплітерів (Рисунок 1), як ключового елементу, що дозволяє підвищити технологічну ефективність (Рисунок 2), та моделям побудови пасивних оптичних мереж (Рисунок 3) присвячено низку робіт [2-5]. А задачі прикладного застосування та забезпечення інформаційної безпеки [6, 7] за допомогою пасивних оптичних мереж вирішуються простіше ніж при використанні інших технологій.

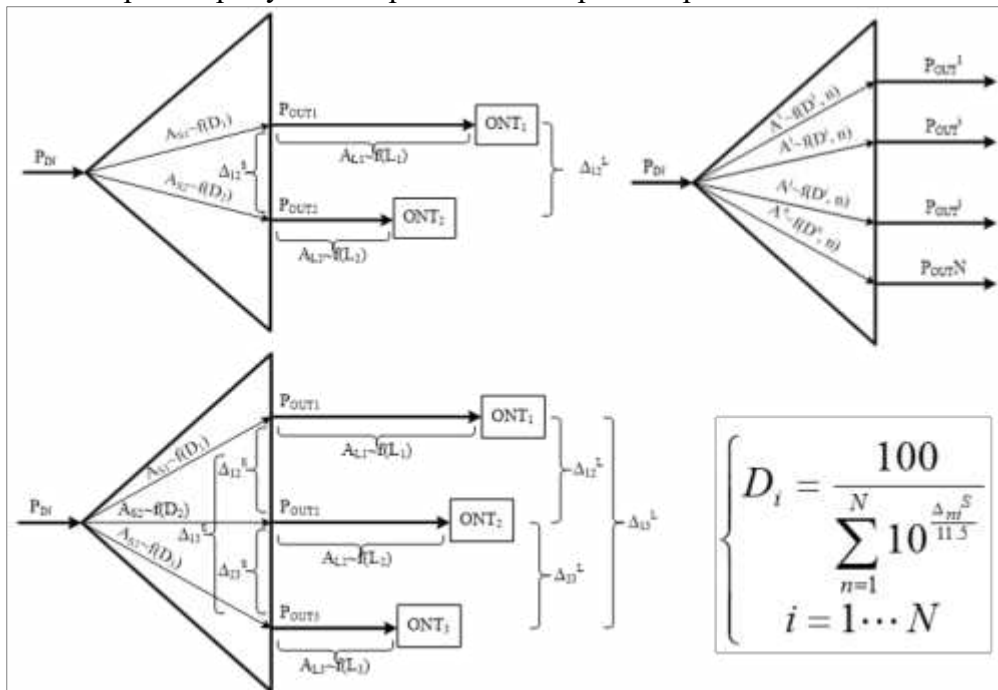


Рисунок1 - Моделі пасивних оптичних сплітерів

Задачами поточного дослідження є аналіз ефективності та екологічності використання xPON у забудованих міських районах.

Зростаюча кількість мегаполісів і міст вимагає не тільки ефективних, але й екологічно чистих технологічних рішень. xPON, як передовий метод передачі даних, обіцяє поліпшити якість комунікацій та забезпечити високу швидкість інтернет-з'єднання, а водночас мінімізувати енергоспоживання та негативний вплив на екосистему. Його впровадження в міському середовищі може служити ключовим кроком у забезпеченні сталого розвитку та зниженні викидів CO₂.

xPON використовує пасивні оптичні мережі, де оптичне волокно безпосередньо підключає кінцевого користувача до оптичного обладнання. Це дозволяє передавати дані на великі відстані без значної втрати швидкості передачі. Важливим є також аспект модульності, який сприяє легкості розширення та обслуговування мережі.

Однією з ключових переваг xPON є його здатність забезпечити високу швидкість передачі даних. Зазначена особливість є досить важливою для міських районів, де велика

кількість користувачів залежить від ефективної та надійної мережі для різноманітних задач, від трансляції відео до роботи з великими обсягами даних.

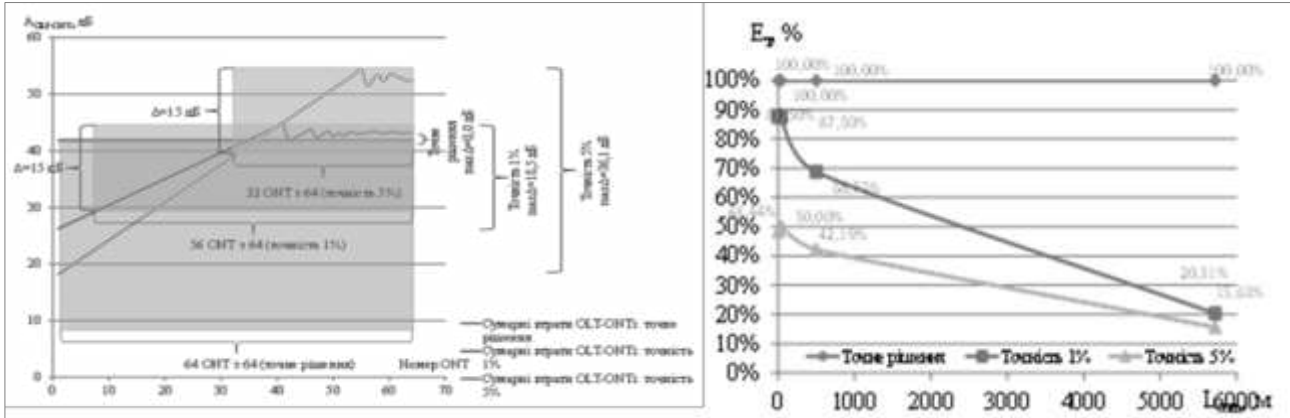


Рисунок 2. Результати моделювання пасивних оптичних мереж за різних методів синтезу: а) залежність сумарних втрат A від номера кінцевого терміналу i , б) Залежність технологічної ефективності різних методів синтезу оптичних мереж

Апаратне забезпечення xPON включає оптичні лінії зв'язку, оптичні мовчки, а також оптичне обладнання на обох кінцях передачі. Системи моніторингу дозволяють виявляти та вирішувати проблеми в реальному часі, забезпечуючи надійну роботу мережі та її легке обслуговування.

xPON відзначається ефективністю у зменшенні енергоспоживання, що робить його екологічно дружньою технологією. У міських районах це може великою мірою сприяти сталому розвитку та зменшенню викидів CO₂, що особливо важливо в епоху, коли екологічні питання стають критичними.

xPON визначається своєю здатністю оптимізувати бізнес-процеси та покращувати взаємодію з клієнтами через надзвичайну пропускну здатність та швидкість передачі даних. Це відкриває нові можливості для надання інтернет-послуг високої якості, стрімкого доступу до контенту та інноваційних послуг, що є важливим фактором в конкурентному бізнес-середовищі.

Однією з ключових переваг є підвищена ефективність використання мережі, що прямо впливає на зниження витрат для операторів. Висока пропускну здатність та швидкість передачі даних роблять xPON ідеальним вибором для міських областей, де попит на багатозадачність та швидкість надто великі.

Бізнес-переваги включають не лише економію коштів через оптимізацію енергоспоживання та зменшення обслуговування, але й створення нових можливостей для розвитку послуг та залучення клієнтів. Впровадження xPON може сприяти розкриттю потенціалу "розумного міста", де інтернет речей та інші інноваційні технології стають доступними для кожного мешканця.

Впровадження технології xPON в забудованих міських районах глибоко впливає на екологічний стан та сприяє створенню більш сталого та екологічно чистого середовища. Один із ключових внесків цієї технології в екологію полягає в її високій ефективності у зменшенні енергоспоживання, що робить xPON не лише передовим засобом зв'язку, але й важливим інструментом для вирішення проблем забруднення довкілля.

Зменшення витрат енергії є однією з найважливіших екологічних переваг xPON. Пасивні оптичні мережі споживає значно менше енергії порівняно з іншими технологіями передачі даних. Це сприяє зниженню викидів CO₂ та відповідає вимогам сучасного світу щодо зеленого та сталого розвитку.

Ефективне використання ресурсів, а також зменшення потреб у матеріалах для обслуговування та розширення мережі також грають важливу роль у зменшенні екологічного

відбитку. Ресурс оптичного волокна мають довгий термін служби та не вимагають частої заміни, що зменшує кількість відходів.

Важливим аспектом екологічної сталості xPON є його спроможність пристосовуватися до вимог стандартів зеленої енергії та ефективного використання ресурсів. Технологія xPON визначається не тільки зменшенням викидів CO₂ під час експлуатації, але й здатністю сприяти екологічному сталому розвитку завдяки своїй довговічності та енергоефективності.

Зменшення потреб у матеріалах є ще однією ключовою складовою екологічної вигоди xPON. Оптичні лінії зв'язку та інфраструктура мережі виготовляються із високоякісних та витривалих матеріалів, що робить їх стійкими до зносу та подовжує їх термін служби. Це важливо для зменшення відходів та ефективного використання ресурсів.

Крім того, xPON сприяє створенню "зелених міст" шляхом забезпечення інфраструктури для сучасних систем управління енергією та водопостачанням. Інтеграція цих систем дозволяє оптимізувати використання ресурсів та знижувати енерговитрати, забезпечуючи ефективну енергетичну економію та покращену екологічну долю міст.

Загальною метою впровадження xPON є не лише забезпечення швидкого та надійного Інтернет-з'єднання, а й активна участь у формуванні екологічно свідомого та сталого міського середовища. У цьому контексті xPON виступає як необхідний інструмент для майбутнього, сприяючи збереженню природних ресурсів та зменшенню екологічного відбитку міст.

Незважаючи на численні переваги, впровадження технології xPON у забудованих міських районах також стикається із викликами та ризиками, які варто врахувати при розгляді цієї інновації.

Однією з основних перешкод може бути висока початкова вартість впровадження xPON. Розгортання оптичної інфраструктури та заміна існуючих систем може вимагати значних капітальних витрат, що може стати бар'єром для деяких операторів чи постачальників послуг.

Технічні труднощі під час впровадження та обслуговування xPON також можуть виникнути. Непередбачувані проблеми з мережею, складнощі при інтеграції з існуючими системами та нестача кваліфікованого персоналу можуть затримати або ускладнити процес впровадження.

Наявність різних технічних стандартів та питання сумісності з існуючим обладнанням та мережами можуть виникнути як виклик при впровадженні xPON. Необхідність вирішення цих питань може вплинути на терміни та успішність проекту.

Розглядаючи ці виклики та ризики, можна розробити стратегії для їхнього подолання та забезпечення успішного впровадження технології xPON у міських районах. Спільна робота між галузевими експертами та виробниками може допомогти знизити труднощі та ризики, забезпечуючи ефективне та стабільне використання цієї інновації.

Інноваційна розробка технології xPON спрямована на розширення пропускної здатності мережі. Використання високошвидкісного оптичного з'єднання дозволяє забезпечити ще більшу швидкість передачі даних і підтримує велику кількість одночасних підключень, що відкриває шлях для інноваційних послуг та додаткових можливостей для користувачів.

Інтеграція технології xPON у вирішення концепції "розумного міста" передбачає створення інтелектуальної інфраструктури. Високошвидкісний Інтернет, поєднаний з датчиками та системами управління енергією та транспортом, дозволяє створити інтегровану систему для полегшення життя мешканців та оптимізації використання ресурсів міста.

Інноваційна спрямованість xPON включає розробку нових сервісів для користувачів, таких як ігри в хмарі, стрімінгові платформи та інші онлайн-сервіси, які вимагають великого обсягу даних та миттєвої відповіді.

Впровадження технології xPON у забудованих міських районах визначається її технічними перевагами, адаптивністю та спроможністю вирішувати сучасні виклики. З погляду ефективності та екологічності, xPON стає ключовим гравцем, надаючи

високошвидкісний Інтернет та сприяючи створенню сталого та інтелектуального міського середовища.

Технічні аспекти xPON, які включають розширену пропускну здатність та інноваційний розвиток, роблять його відмінним вибором порівняно з іншими технологіями. Гнучкість xPON дозволяє йому пристосовуватися до різноманітних вимог сучасного суспільства та сприяти інтелектуалізації інфраструктури.

Взаємодія з мешканцями через доступність, інтерактивні сервіси та культурні ініціативи підсилює вплив xPON на якість життя та розвиток громад. Глобальні тенденції підтримують його впровадження як ключового фактору глобальної телекомунікаційної еволюції та сталого розвитку міст.

У сучасних умовах, xPON не лише надає високошвидкісний доступ до Інтернету, але і активно сприяє адаптації та розвитку в різних сферах, від житлових комплексів до бізнес-центрів. Технологія xPON стає майбутнім обличчям забудованих міських районів, створюючи інтелектуальні та інноваційні середовища для мешканців.

Висновки

1. Отже, широке застосування пасивних оптичних мереж перспективне не тільки з технічної точки зору для ефективної реалізації концепції "розумного міста", яка передбачає створення інтелектуальної інфраструктури, а і в контексті забезпечення екологічності.

2. Розробка програмного забезпечення для моделювання xPON та проектування таких мереж з умови максимальної технологічної досяжності дозволить ще більше наблизитись до теоретичних характеристик, що закладені в основу технологій пасивних оптичних мереж.

Список використаних джерел

1. Nedashkivskiy O.L. Internet: models, technologies, access speed, prospects / O.L. Nedashkivskiy, A.I. Semenko, A.S. Kozlov, N.I. Bokla // Information and Telecommunication Sciences, National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute» – 2018. – № 1. P.19–25.

2. Nedashkivskiy O.L. Precise method of balancing passive optical networks with irregular splitter with two or more outputs / O.L. Nedashkivskiy, A.I. Semenko // Meridian Ingenieresc. Journal of Technical University of Moldova and Moldavian Engineering Association. – 2017. – №2. – P. 18–21.

3. Недашківський О.Л. Методи побудови пасивних оптичних мереж за топологією «шина з відгалудженням» / О.Л. Недашківський, Ю.М. Зиненко. // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. - Полтава: ПНТУ. - 2017. - Т.2 (42). - С. 206-217.

4. Недашківський О.Л. Методи побудови пасивних оптичних мереж з топологією «шина» / О.Л. Недашківський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2017. – № 3(47). – С. 42–49.

5. Недашківський О.Л. Методи побудови пасивних оптичних мереж за топологією «шина з розгалудженням» / О.Л. Недашківський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2017. – № 4(48). – С. 49–58.

6. Bohdan Zhurakovskiy, Oleksiy Nedashkivskiy, Mikhailo Klymash, Oleksandr Pliushch, Mykyta Moshchenko. Smart House Management System. Part of the Lecture Notes in Electrical Engineering book series (LNEE, volume 965), TCSET 2022: Emerging Networking in the Digital Transformation Age, pp 268–283. DOI: 10.1007/978-3-031-24963-1_15.

7. Shushura, O. et al.: Simulation of information security risks of availability of project documents based on fuzzy logic. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, Vol. 12, no. 3, Sept. 2022, pp. 64-68, doi:10.35784/iargos.3033.

8. Кросплатформна розробка мобільних застосунків [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення / О.Л. Недашківський, І.І. Гусева; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 11,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 221 с.

РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ НА ОСНОВІ МОВИ ЗАПИТІВ GRAPHQL

Світ сучасних інформаційних технологій та інтернету став платформою для безмежного обміну матеріалами, повідомленнями, знаннями та взаємодії між системами користувачів. В свою чергу найбільш зручним та популярними системами для цього стали веб-сервіси. Завдяки надання можливості обміну даними та функціональністю через мережу Інтернет, вони стали необхідним елементом сучасного програмного середовища.

Через значну популярність, розробка та використання веб-сервісів поступово стали ключовими компонентами різних сфер, від бізнес-додатків та електронних комерційних платформ до соціальних мереж та медичних систем. Вони дозволяють спрощувати обмін даними, забезпечувати доступ до інформації з будь-якого пристрою та реалізовувати різні види функціональності.

При цьому однією з ключових проблем розробки веб-сервісів є забезпечення ефективності та гнучкості взаємодії між клієнтом та сервером. Однією з відповідей на цю проблему стала мова запитів GraphQL.

Мова запитів GraphQL дозволяє клієнту точно визначити, які саме дані він хоче отримати, та уникнути надлишкової інформації. Це сприяє оптимізації комунікації, зменшенню навантаження на сервер та покращенню продуктивності додатків. Тому, вивчення і розробка веб-сервісів з використанням GraphQL стали актуальними завданнями для розробників програмного забезпечення.

Значний ріст популярності та поступове використання веб-сервісів дало змогу захоплювати все більше областей для застосування створених продуктів, а отже й інструментарій цих додатків ставав дедалі ширшим. Таким чином зараз існує ціла бібліотека, якої можна вибрати найбільш зручний особисто для вас. У ході порівняння мною був обраний WebStorm як середовище розробки. Для розробки бекенд частини застосовано ключовий елемент GraphQL та Apollo, у ролі бази даних MongoDB. Клієнтська частина розроблена за допомогою React та Typescript.

Розробку я розділила на три важливі етапи: планування архітектури, розробка бекенд частини і наостанок фронтенд частина. Тема для веб-сервісу була обрана імітація навчального процесу, де будуть імплементовані ролі студента, викладача та взаємодія між ними. Також буде реалізована роль адміністратора, що буде мати доступ до управління користувачами у веб-сервісі.

Використання GraphQL допомагає розробникам покращити продуктивність, зробити API більш гнучкими та забезпечити кращу якість обслуговування для клієнтів. В першу чергу була розглянута проблематика даної теми та важливість розробки даних веб-сервісів. Було проведено аналіз за допомогою яких інструментів та стратегій можна покращити розробку.

Під час виконання практики були розв'язані наступні задачі:

- вивчено основи мови запитів GraphQL та її переваг для веб-сервісів;
- створено веб-сервісу, який надає функціональність на основі мови запитів GraphQL;
- вивчено методи оптимізації та забезпечено безпеку веб-сервісу GraphQL.

Заключно, розробка веб-сервісів на базі мови запитів GraphQL виявляється передовим підходом, що надає розробникам більшу гнучкість та контроль над взаємодією з сервером. Використання GraphQL дозволяє зменшити кількість надлишкових запитів на сервер, спростити роботу з даними та зробити розробку більш ефективною та продуктивною.

Список використаних джерел

1. Lyon. W. Full Stack GraphQL Applications: With React, Node. js, and Neo4j: Manning Publications Co. LLC, 2022.

УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ

Прогнозування діяльності підприємства описана в багатьох роботах вітчизняних та закордонних вчених. Сенс прогнозування полягає в передбаченні стану підприємства, використання нормативних розрахунків для обчислення показників ефективності, передбачення напрямків розвитку підприємства та його проектування у майбутньому. До показників діяльності належать прогнозування фінансового стану підприємства, прогнозування фінансової стійкості підприємства, оцінювання та прогнозування ризиків діяльності.

Методи прогнозування поділяються на фактографічні методи прогнозування (метод екстраполяції, метод кореляційних і регресійних моделей, метод функцій, який є математично-статистичним методом прогнозування. Поряд з переліченими методами щільну нішу займають евристичні методи прогнозування, які ґрунтуються на інтуїції та досвіді експертів (метод експертних оцінок; метод оптимізації; метод „дерева цілей”).

Для передбачення ефективності підприємства необхідно розробити бізнес-план підприємства з прогнозом на кілька років. При розробці бізнес-плану вказується інформація про попит на продукцію; виробнича інформація; фінансова інформація.

Для того, щоб ефективно керувати підприємством потрібно обробляти великі масиви даних. Ефективним інструментом для цього є обробка інформації методами аналізу даних. Для дослідження розглянуто датасет з фінансовими результатами підприємств України.

Взаємозв'язок між змінними чисельно характеризується за допомогою коефіцієнту кореляції r . Його можна обчислити за формулами

Коефіцієнт кореляції Пірсона (рівняння 1)

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (рівняння 2):

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2)$$

де n – кількість ознак;

d – різниця між рангами за двома змінними.

У даному датасеті видалено змінні, що мають велику статистичну взаємну залежність. Проаналізовано метод нейронних мереж для визначення прибутку підприємства. Accurasy натренованої моделі – 98%.

Висновки

Проведено дослідницький аналіз даних стартапів з допомогою методів аналізу даних, зокрема, проаналізовано найбільш вагомні чинники та кореляції між ними. Результати свідчать про ефективність методів машинного навчання в прогнозуванні прибутку та їх потенціал для застосування у сфері управління та прийняття рішень в бізнесі. Враховуючи характеристики даних та вимоги задачі, можна обрати найбільш підходящий метод для досягнення найкращих результатів.

Список використаних джерел

1. Nazarkevych, H., Nazarkevych, M., Kostiak, M., & Pavlysko, A. (2023). Designing an Information System to Create a Product in Terms of Adaptation. In *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications: Vol. 7*, 153–169. Cham: Springer Nature Switzerland
2. Hagimura, S., T. Saitoh, and Y. Yagihara. "Application of time series analysis and modern control theory to the cement plant." *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 40 (1988): 419-438.

АДАПТИВНЕ РОЗІМКНЕННЯ ЛАНЦЮГІВ У РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ: ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

У сучасному світі розподілені інформаційні системи відіграють ключову роль у багатьох секторах, від фінансів до телекомунікацій. Однак зі зростанням складності та взаємозалежності цих систем, виникає необхідність у більш ефективному управлінні ресурсами та забезпеченні їх стабільності. Особливо актуальним стає питання адаптивного розімкнення ланцюгів, яке дозволяє запобігти каскадним збоям та знижувати навантаження на систему. Використання методів машинного навчання, таких як рухомі середні, може суттєво підвищити ефективність цього процесу, адаптуючи систему до змін у вимогах та умовах експлуатації. Цей підхід обіцяє не лише покращення стабільності систем, але й оптимізацію використання ресурсів, що є критично важливим у сучасному цифровому світі.

Методологія

У рамках дослідження ми застосували алгоритм рухомих середніх, що є частиною методів машинного навчання, для адаптації параметрів розімкнення ланцюгів у розподілених інформаційних системах. Основою нашої моделі була формула 1 рухомих середніх:

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t X_i \quad (1)$$

де MA_t – рухоме середнє у момент часу t , n – кількість періодів у рухомому середньому, а X_i – значення вхідного сигналу у момент часу i . Ця формула дозволила нам адаптувати параметри розімкнення, враховуючи зміни у продуктивності та навантаженні системи, щоб оптимізувати розподіл ресурсів. Ми також впровадили алгоритми для автоматичного корегування n залежно від динаміки системи, забезпечуючи більш гнучке та ефективне управління.

Результати дослідження

В ході дослідження ми зосередились на аналізі впливу впровадження нашої математичної моделі на продуктивність розподілених інформаційних систем. Порівняння показників системи до та після впровадження моделі демонструє значне зниження частоти збоїв. На графіку (рисунок 1), видно, що крива частоти збоїв "До впровадження моделі" має вищі піки та загалом вищий рівень, ніж крива "Після впровадження моделі".

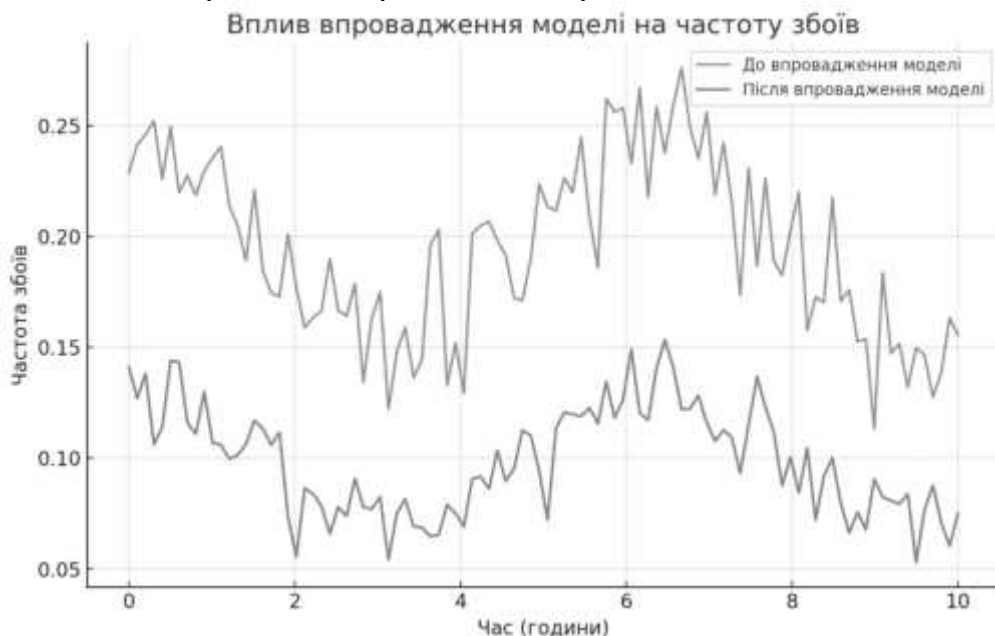


Рисунок 1 – Крива частоти збоїв

Обговорення та висновки

Це вказує на те, що система стала більш стабільною та ефективно реагує на пікові навантаження, що є ключовим фактором для покращення загальної продуктивності системи. Використання алгоритму рухомих середніх дозволило адаптувати параметри системи з високою точністю, що підтверджується представленими даними.

Аналіз результатів дослідження показує, що використання рухомих середніх як частини методів машинного навчання для адаптивного розімкнення ланцюгів у розподілених інформаційних системах є ефективним підходом. Застосування цієї моделі дозволило значно покращити стабільність системи, знизити частоту збоїв та поліпшити загальну продуктивність системи, особливо під час пікових навантажень.

Цей метод демонструє важливість адаптивності в управлінні ресурсами розподілених систем. Враховуючи динаміку та непередбачуваність сучасних інформаційних систем, здатність швидко адаптуватися до змін умов є ключовою. Впровадження машинного навчання дозволяє системі не тільки реагувати на поточні умови, але й передбачати майбутні виклики, що значно підвищує її ефективність та надійність.

У висновку, розроблений метод є обнадійливим для застосування у широкому спектрі розподілених інформаційних систем, включаючи кібер-фізичні системи, де вимоги до стабільності та адаптивності є особливо високими. Отже, подальші дослідження та розвиток цього напрямку можуть принести значні переваги в області управління ресурсами та забезпечення стабільності розподілених систем.

Перспективи майбутніх досліджень

Наше дослідження відкриває шлях для подальших розробок та вдосконалень у сфері адаптивного управління ресурсами в розподілених інформаційних системах. Декілька ключових напрямів для майбутніх досліджень наведено далі.

1. Інтеграція з іншими методами машинного навчання: подальше дослідження може включати інтеграцію рухомих середніх з іншими алгоритмами машинного навчання, такими як нейронні мережі або алгоритми глибокого навчання, для покращення точності прогнозування та адаптації системи.

2. Використання більших наборів даних: експериментування з більшими та різноманітними наборами даних допоможе перевірити масштабованість та універсальність запропонованого підходу.

3. Розробка адаптивних моделей для кібер-фізичних систем: застосування розробленої методології до кібер-фізичних систем, які вимагають високої стійкості та адаптивності до змінних умов.

4. Оцінка впливу на різні типи систем: дослідження ефективності цього методу на різних типах розподілених систем, включаючи хмарні обчислення, інтернет речей та інші.

5. Розробка безпечних та надійних моделей: Вивчення аспектів безпеки та надійності моделей, особливо в контексті забезпечення захисту від кібератак та збоїв.

Ці напрямки допоможуть розвивати та покращувати системи, роблячи їх більш гнучкими, ефективними та надійними для широкого спектра застосувань у різних галузях.

Список використаних джерел

1. "Machine Learning for Modern Power Distribution Systems: Progress and Perspectives", Journal of Renewable and Sustainable Energy, AIP Publishing
2. Cano, Ignacio Agustin, "Optimizing Distributed Systems using Machine Learning", University of Washington, ResearchWorks Archive
3. "Circuit Breaking in Distributed Systems", InfoQ.
4. "Machine Learning Applications in Power System Distribution Networks: A Review", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2021.
5. "Efficient Resource Allocation in Distributed Systems with Machine Learning: A Review", Journal of Network and Computer Applications, 2022.

БАЗОВА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Для ефективного оцінювання роботи значної кількості осіб необхідне використання стандартизованої шкали оцінювання. Зразковою моделлю в цьому відношенні може слугувати Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система (ECTS), де оцінки варіюються від А, що означає "відмінно", до F, що означає "незадовільно". У цьому контексті стає необхідним визначити інтервали для кожного показника ефективності, відповідно до яких можуть виставлятися оцінки.

Проілюструємо це на прикладі статистики індексу Гірша для науковців на основі довільної вибірки з Google Scholar. При аналізі стає очевидним, що приблизно 3% науковців у вибірці мають індекс Гірша на рівні 0. Пік графіка знаходиться близько 10, що можна вважати типовим орієнтиром для науковця. Більш детальний аналіз цього значення виявляє наступні статистичні властивості:

- 1) мінімум – 0;
- 2) максимум – 192;
- 3) середнє значення – 14.96;
- 4) медіана – 10;
- 5) стандартне відхилення – 15.43.

Стандартне відхилення показує, що діапазон оцінювання, який виходить далеко за межі медіанного значення, не має сенсу. Як варіант, ми можемо розглянути можливість присвоєння оцінки "А" за показники, близькі до середнього значення (наприклад, найкращі 60%), оцінки "В" - за показники, близькі до медіанного значення (наприклад, найкращі 50%), і рівномірно розподілити інтервали для нижчих оцінок (наприклад, по 15%), а оцінку "F" виділити для показників, що знаходяться в діапазоні найнижчих 5%.

Таблиця 1 – Вихідні критерії оцінювання

Критерій	Отримана оцінка					
	F	E	D	C	B	A
H-index	≤ 2	[2; 5)	[5; 9)	[9; 14)	[14; 18)	≥ 18
H-index (5p)	0	[1; 4)	[4; 7)	[7; 10)	[10; 13)	≥ 13
I10-index	0	[1; 3)	[3; 8)	[8; 18)	[18; 28)	≥ 28
I10-index (5p)	0	1	[2; 5)	[5; 11)	[11; 17)	≥ 17
Цитування	≤ 9	[9; 110)	[110; 333)	[333; 815)	[815; 1407)	≥ 1407
Цитування (5p)	≤ 5	[5; 66)	[66; 200)	[200; 447)	[447; 754)	≥ 754

Формування рейтингу науковців

Оперуючи оцінками, отриманими на попередньому кроці вже можна робити висновки про те, наскільки продуктивним є той чи інший науковець, а порахувавши суму всіх оцінок – можна будувати рейтинги. Проте такий рейтинг не буде враховувати кількох важливих факторів: співпраця з іноземними науковцями чи видавництвами та динаміка розвитку. Можливі ситуації, коли автори, які в минулому опублікували багато робіт і отримали багато цитувань, проте за останні 5 років не публікувались, будуть мати вищу оцінку, ніж молоді та перспективні таланти [10], які розпочали кар'єру недавно, проте мають значні успіхи за останній час. Це наштовхує на думку, що для побудови справедливого рейтингу потрібно дещо більше, ніж агрегація оцінок.

Отже, для порівняння науковців та наукових груп між собою такого підходу недостатньо. Для цього слід використовувати величину, що враховуватиме всі аспекти діяльності науковця та його розвитку.

General Score – це нове поняття, яке повинно вирішити дану проблему. Ця оцінка повинна враховувати фактичні оцінки успіхів науковця, а також нагороду за старанну працю. За основу взято суму всіх оцінок науковця, дане значення знаходиться в діапазоні [0; 60].

Позитивна динаміка враховується в даний показник за допомогою бонусів. Початкова кількість бонусів дорівнює нулю. Якщо приріст кількості цитувань за останні 5 років зріс, порівняно з попереднім періодом – кількість бонусів зростає на 2. Якщо навпаки, знизився на більше ніж 30% - зменшується на 2. Те ж стосується приросту публікацій. Таким чином кількість бонусів знаходиться в діапазоні [-4; 4]. Далі ця кількість бонусів перетворюється на додаткові бали (або штраф), які додаються до General Score.

Кількість бонусів до General Score обраховується за формулою 1.

$$d = \frac{20}{1 + e^{-b}} + 10 \quad (1)$$

де b - кількість отриманих бонусів.

Варто зазначити, що кількість додаткових балів не може бути більшою за 75% для того, щоб не завищувати оцінки об'єктивно поганим науковцям навіть якщо у них позитивна динаміка, але їх роботи є неактуальними.

Якщо відсоток робіт, опублікованих за кордоном сумарно вищий за відсоток робіт, опублікованих в Україні – до General Score додається до 8 балів в залежності від кількості робіт. Штрафів за відсутність таких робіт не передбачається.

Список використаних джерел

1. Kalachikhin P. A. The Rationale of Indicators for the Management of Scientific Achievements. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2021. Т. 55, No 2. С. 46–53. URL: <https://doi.org/10.3103/s0005105521020035>
2. Meta-analysis, complexity, and heterogeneity: a qualitative interview study of researchers' methodological values and practices / T. Lorenc та ін. *Systematic Reviews*. 2016. Т. 5, No 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0366-6>

ПОКАЖЧИК ЗА АВТОРАМИ

Chen Wang	6	Кузів О.П.	130
Jing Guo	8	Кузьмініх В.О.	94
Jing Xie	6, 8, 11	Литвинов О.Р.	40
Lina Zhang	11	Макарчук А.В.	87
Oleksandr Koval, Коваль О.В.	6, 8, 11, 36, 39	Мельниченко А.В.	70
Ping Yang	8	Мишковський Ю.І.	77
Shiwei Zhu	6, 8, 11	Мусієнко А.П.	32
Shujuan Pan	11	Назаркевич Г.	129
Yan Yan	6, 8, 11	Недашківський О.Л.	27, 40, 45, 49, 121, 124
Барабаш А.О.	32	Нехаєнко І.С.	94
Барабаш О.В.	14, 34, 87, 117	Олексій А.О.	100
Бочок В.О.	82	Оленєва К.М.	68
Варава І.А.	16, 100, 109	Онай М.В.	91, 119
Василенко М.А.	79	Передера В.Р.	45
Витвицький М.А.	121	Пироговська Т.В.	104
Волинець І.О.	124	Половінкін П.О.	49
Гаврилко Є.В.	18, 25	Потапов Д.В.	54
Гагарін О.О.	89, 97	Проботюк А.О.	74
Гайдаржи В.І.	97	Проботюк Д.А.	74
Галушко А.В.	128	Савко В.Я.	25
Гейко О.О.	109	Савчук Б.І.	65
Гнатишин М.С.	27	Свинчук О.В.	14, 59
Гулько Д.Т.	119	Сліпченко С.О.	132
Гусєва І.І.	60	Старовіт І.С.	18
Демб'їцький В.В.	39	Терещенко М.С.	111
Євтушенко А.М.	104	Тимошенко П.Р.	34
Єзгор В.С.	60	Файзулін О.Р.	75
Залєвська О.В.	54, 65	Федорова Н.В.	82, 111
Здор К.А.	70	Фірстенко В.А.	89
Кир'янов А.Ю.	117	Хоменко О.М.	36
Клименко Я.В.	59	Шпурик В.В.	68
Кравчук А.А.	91	Шуклін Г.В.	21



Україна 03057, м. Київ, Берестейський проспект, 37 Тел +38 (044) 204 80 82
37, Prospect Beresteiskyi, Kyiv, 03057, Ukraine Tel+38 (044) 204 80 82
www: <https://ipze.kpi.ua>, E-mail: ipzeconf.kpi.ua@lil.kpi.ua