



ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»

5 ЛИСТОПАДА 2024



KI.WUNU.EDU.UA/CONFERENCE/

ТЕРНОПІЛЬ

2024



ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Десятнюк О.М., ректор Західноукраїнського національного університету,
д-р екон.наук, професор;
Дивак М.П., д-р технічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Західноукраїнський національний університет;
Березький О.М. д-р.техн.наук, професор, професор кафедри
комп'ютерної інженерії Західноукраїнський національний університет;
Антощук С.Г., д.т.н, професор, Національний університет «Одеська
політехніка»
Батько Ю.М. к.т.н., доцент, Західноукраїнський національний університет
Винокурова О.А., д.т.н., професор, Львівський національний університет
імені Івана Франка
Возна Н.Я. д.т.н., професор, Західноукраїнський національний
університет
Говорущенко Т.О., д.т.н., професор, Хмельницький національний
університет
Дацко Т.В., к.м.н, доцент, Тернопільський національний медичний
університет імені І. Я. Горбачевського
Дубчак Л.О. к.т.н., доцент, Західноукраїнський національний університет
Дунець Р.Б., д.т.н., професор, НУ "Львівська політехніка"
Ізонін І.В. к.т.н., доцент, НУ "Львівська політехніка"
Литвиненко В.І. д.н.т, професор, Херсонський національний технічний
університет
Лупенко С.А., д.н.т, професор, Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя
Мельник Г.М. к.т.н, доцент, Західноукраїнський національний університет
Пелешко Д.Д., д.т.н., професор, Львівський національний університет
імені Івана Франка
Піцун О.Й., к.т.н. доцент, Західноукраїнський національний університет
Сельський П.Р., д.м.н., професор, Тернопільський національний
медичний університет імені І. Я. Горбачевського
Субботін С.О., д.т.н., професор, Національний університет «Запорізька
політехніка»
Теслюк В.М., д.т.н., професор, НУ "Львівська політехніка"
Тимченко Л.І., д.т.н., професор, Державний університет інфраструктури
та технологій
Цмоць І.Г., д.т.н., професор, НУ "Львівська політехніка"
Яровий А.А., д.т.н., професор, Вінницький національний технічний
університет
Яцків В.В., д.т.н., професор, Західноукраїнський національний університет

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Мельник Г.М., канд.тех.наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії
Західноукраїнський національний університет
Піцун О.Й., канд.тех.наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії
Західноукраїнський національний університет
Лящинський П.Б., доктор філософії з комп'ютерних наук, кафедри
комп'ютерної інженерії Західноукраїнський національний університет
Галунька Богдан, студент спеціальності Комп'ютерна інженерія
Фаєрчук Вадим, студент спеціальності Комп'ютерна інженерія

Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі». 5 листопада 2024 р. Тернопіль. Україна

Метою конференції є представлення та обговорення наукових і практичних результатів, сприяння активізації творчої і інноваційної діяльності студентів, аспірантів і молодих вчених.

Конференція проводиться із залученням Ради Молодих Вчених та Студентського Наукового Товариства ФКІТ ЗУНУ.

Адреса:
Вул. Теліги, 8, корпус №6, Тернопіль
URL: <http://ki.wunu.edu.ua/conference/>
e-mail: kistudconference@gmail.com

Тези доповідей подаються за оригіналом рукопису

ЗМІСТ

<i>Черкас Н.С., Батюк А.Є.</i> Survey of methods and approaches used in Maximal Extractable Value analysis.....	9
<i>Чорненький В.Я.</i> Дослідження впливу оптимізації та наборів даних на моделі машинного навчання при використанні на мобільних пристроях.....	13
<i>Чуприна А. А.</i> Інформаційна система контролю навчального процесу в школі	16
<i>Дудас В.С.</i> Кібербезпека для пристроїв розумного дому	19
<i>Глод С. І.</i> Методи та засоби розпізнавання військових об'єктів в режимі реального часу в умовах воєнного стану в Україні	22
<i>Кононович Ю.Ю., Цимбал Д.М.</i> Сучасні напрями дослідження стійкості криптосертифікатів.....	27
<i>Коваль А. В.</i> Побудва автоматизованих інфраструктур для запуску контейнерів у хмарі та на периферії	29
<i>Ляцинський П.Б.</i> Архітектура системи комп'ютерного діагностування	32
<i>Маркопольський С.В., Заболотна Д. В.</i> Штучний інтелект та академічна доброчесність: сучасні проблеми та майбутні перспективи	34
<i>Сидоренко О.В.</i> Проблематика побудови ієрархічної структури планування польотів повітряних суден	36
<i>Годя В. В., Ярмусь М. В.</i> Аналіз методів та алгоритмів реконструкції обличчя на основі стереозображень для біометричних систем	38
<i>Бадзь В.М.</i> Реалізація моделі визначення авторства англomовних текстів з використанням згорткових нейронних мереж.....	39
<i>Багрій К.О.</i> Архітектура кіберфізичної системи відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO ₂) у атмосфері	43
<i>Батько Ю.М.</i> Аналіз технологій автоматизованого тестування програмних, апаратних та програмно-апаратних систем.....	45
<i>Білас В.Є., Островський А.П.</i> Аналіз сучасних систем управління торговим підприємством.....	47
<i>Фурман Ю.О.</i> Міська система Інтернету речей для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел	49
<i>Газда Н. Б.</i> Методи оптимізації продуктивності інтерфейсу кросплатформних симуляторів-тренажерів.....	51
<i>Голубець В.М.</i> Синтез нейронного елемента матричного типу	53

<i>Комар В.А.</i>	
Інтеграція голосових команди та жестів для управління "розумним" будинком.....	55
<i>Копильчак О. А.</i>	
Гібридний алгоритм для формування ефективних рекомендацій навчальних курсів	57
<i>Лучишин Б.А.</i>	
Розробка бота Discord для аналізу фондового ринку з використанням методів машинного навчання.....	59
<i>Мамчур Т. Б.</i>	
Вдосконалення вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів мобільних робототехнічних систем.....	61
<i>Мірута М. Ю., Богатирчук В.О.</i>	
Аналіз сучасних систем охорони «розумного» будинку.....	63
<i>Наконечний Т. М.</i>	
Моделі і засоби системи автоматизованого підбору альтернативних джерел живлення.....	65
<i>Опалінський І.Ю.</i>	
Ідентифікація вільних та зайнятих паркомісць за допомогою глибинних нейронних мереж	67
<i>Остапчук Є.В.</i>	
Концепція кіберфізичної системи управління складом на основі машинного зору	69
<i>Островський А.П.</i>	
Автоматизація збору та обробки даних смарт-контрактів для відстеження винагород у децентралізованих системах.....	71
<i>Патра В.М., Шпак В.О.</i>	
Алгоритм обробки та аналізу біомедичного зображення.....	73
<i>Рибанчук Д.М.</i>	
Концепція кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору	75
<i>Шавров І.С.</i>	
Архітектура роботизованої системи по догляду за зимовим садом.....	77
<i>Шпак В.О., Патра В.М.</i>	
Аналіз алгоритмів сегментації цифрових зображень	79
<i>Сворінь К.Г.</i>	
Концепція мобільно-орієнтованої інформаційної системи моніторингу чистоти довкілля	81
<i>Ткалич Д.С.</i>	
Архітектура мобільно-орієнтованої інформаційної системи вибору місця для відпочинку	84
<i>Тропак О.Ю., Жеребний О.В.</i>	
Аналітичний огляд технологій розпізнавання рукописних текстів	87
<i>Яворівський В.А., Партика П.М.</i>	
Функції активації та архітектури нейронних мереж для розпізнавання обличчя і аналізу емоцій	89
<i>Жеребний О.В., Тропак О.Ю.</i>	
Алгоритми контурного аналізу для опису та кодування об'єктів цифрових зображень...	91
<i>Рябий В.В.</i>	
Використання нейромережевих моделей для створення персоналізованих гороскопів у вебзастосунках.....	93

<i>Вівчар Н.Т.</i>	
Стан розвитку технологій вітрових турбін в Україні та світі.....	95
<i>Теслюк С. В., Борисяк Н.О.</i>	
Математичне та програмне забезпечення системи визначення психологічного типу особистості з використанням ознак Рейніна.....	97
<i>Теслюк С. В.</i>	
Математичне забезпечення системи безконфліктного обміну даними для групи мобільних робототехнічних платформ.....	99
<i>Йож А. А., Рутецький Ю. О.</i>	
Алгоритми та аналіз даних та для оцінювання якості навчання студентів.....	101
<i>Йож А. А., Рутецький Ю. О.</i>	
Моделювання алгоритмів оцінювання якості навчання студентів.....	103
<i>Загвойський Р. Ю.</i>	
Інструменти з використанням штучного інтелекту для моніторингу складних обчислювальних систем.....	105
<i>Зварич Р., Шимчук М.М.</i>	
Адаптивний алгоритм попереднього оброблення зображень.....	107
<i>Зварич Р.</i>	
MLOps підходи для опрацювання зображень.....	109
<i>Паздрій І.Р., Тимошко В.Л.</i>	
Алгоритм кодування сигналів мовлення.....	111
<i>Сич Т. А.</i>	
Алгоритми та програмний засіб формування науково-технічної статті.....	113
<i>Заяць І. З.</i>	
Аналіз когнітивного навантаження користувачів у UX та методи його зниження.....	115
<i>Куренчук А.С., Комар В.А.</i>	
Сегментація зображень в автоматизованих системах з допомогою U-net мереж.....	117
<i>Ворона Я.А.</i>	
Порівняльний аналіз підходів до рендерингу високополігональних об'єктів у CAD.....	119
<i>Заяць І. З.</i>	
Використання алгоритму K-Means++ для вдосконаленого вибору початкових центрів кластерів.....	121
<i>Мацюк М. І.</i>	
Система управління крокуючими роботами в складних середовищах на основі штучного інтелекту.....	123
<i>Тимошко В.Л.</i>	
Порівняльний аналіз алгоритмів кодування звукових сигналів.....	126
<i>Штогрінець Б. В.</i>	
Синтез нейрокомп'ютерних систем з узгоджено-паралельним обробленням інтенсивних потоків даних у реальному часі.....	128
<i>Лисик М. А.</i>	
Застосування засобів DevOps в машинному навчанні.....	131
<i>Партика П.М., Яворівський В.А.</i>	
Порівняння традиційних і машинно-навчених підходів до генерації текстур.....	133
<i>Куренчук А.С., Мельник Г.М.</i>	
Алгоритми оптимізації гіперпараметрів нейромереж для сегментації зображень.....	135
<i>Прокопенко Д.П.</i>	
Методи машинного навчання для протидії спаму.....	137

<i>Якименко Ю., Гордійчук Д., Стахів М., Слободян В.</i>	
Методологія оптимізації процесів виробництва на основі IoT	140
<i>Якименко Ю., Стахів М.</i>	
Інтегрована система моніторингу процесів виробництва на основі IoT	144
<i>Ярмил С.В.</i>	
Математичне забезпечення системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі	147
<i>Ярмил С.В.</i>	
Технічне забезпечення системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі	149
<i>Чирська Т. В.</i>	
Алгоритми розпізнавання жестів людини на основі скелетонів	152
<i>Гадевич В. Ю.</i>	
Аналіз підходів до вибору апаратних ресурсів серверів для стрімінгових платформ	154
<i>Бабенко О.В.</i>	
Аналіз продуктивності баз даних MsSQL та MongoDB.....	158
<i>Якименко Ю., Гордійчук Д., Юрчук Д., Слободян В.</i>	
Архітектура IoT моніторингу енергоспоживання	161
<i>Якименко Ю., Гордійчук Д., Юрчук Д., Слободян В.</i>	
Методологія інвазивного моніторингу навантаження побутових приладів.....	163
<i>Карнидал М.С.</i>	
Аналіз алгоритмів YOLO8 та YOLO11 в задачах виявлення і класифікації транспортних засобів.....	166
<i>Ворона Я.А.</i>	
Методи прискореного рендерингу високополігональних об'єктів у CAD-системах за допомогою гібридних підходів.....	169

SURVEY OF METHODS AND APPROACHES USED IN MAXIMAL EXTRACTABLE VALUE ANALYSIS

Intro. Maximal Extractable Value (MEV) is a pressing issue in the blockchain ecosystem that has garnered significant attention in recent years. MEV refers to the potential profit that can be extracted by miners or validators through their ability to control the ordering and inclusion of transactions in blocks. This creates a power imbalance and introduces various concerns such as front-running, sandwich attacks, and other forms of transaction manipulation that can result in financial losses for users. MEV also raises questions about fairness, transparency, and the overall integrity of blockchain systems [1]. As the blockchain industry continues to evolve, addressing the MEV problem has become a crucial focus for researchers, developers, and the wider community.

Goal. MEV analysis is challenging due to several factors. Firstly, MEV is a complex and rapidly evolving field, with new strategies and techniques constantly being developed by actors in the ecosystem. This makes it difficult to keep up with the latest developments and accurately assess the impact of MEV on different protocols and systems. Secondly, MEV is a multi-dimensional problem that requires expertise in various domains such as economics, game theory, cryptography, software engineering and protocol design. Analyzing MEV requires understanding the incentives and behaviors of different actors in the ecosystem, as well as the technical mechanisms that enable MEV extraction [9]. Additionally, MEV analysis often involves studying real-world data from blockchain transactions, which can be challenging due to the scale and complexity of the data. Despite these challenges, researchers and analysts have developed different types of MEV analysis to gain insights into the phenomenon. These include empirical studies of MEV extraction and its impact on different protocols, theoretical models and simulations to understand the dynamics of MEV, and countermeasure proposals to mitigate the negative effects of MEV [13]. In this thesis we've prepared a survey of more than 20 papers to systemise the challenges, methods and approaches used in MEV analysis. Our goal is to provide blockchain and MEV researches the up-to-date information which includes MEV analysis papers, common problems studied in these papers and popular methods used when addressing MEV research issues. This information is organized as matrix and can be used by the researcher or other interested audience when deciding which research problem to pick next and how to approach that problem. Also, the collected data is useful for wider audience of the blockchain community or software engineers who want to keep up with the recent developments in the given topic.

Main part. The rest of thesis present a survey results in a form of table (Tab. 1) with the header listing the problems related to MEV analysis which are commonly studied by the research community. A left-most column provides the methods and approaches used to address the mentioned problems and the intersection cells mark the papers where the given problem, approach or method was used. From the collected info we can see that top-5 MEV problems include MEV-resistant DEX protocol implementations, private transaction orderflow, MEV auctions, MEV profits distribution and MEV-resistant blockchain protocols. Speaking of the top-5 methods and approaches used in the surveyed works we can see here empirical analysis of the pending (unconfirmed) mempool transactions, formal methods of modeling, empirical analysis of the historical blockchain data, game theory modeling and blockchain explorer label analysis.

Table 1 - Survey of MEV problems, methods and approaches

Method or approach / Problem	MEV-resistant blockchain protocols	MEV-resistant DEX implementations	MEV auctions	SoK: mitigate MEV	Arbitrage Bot behaviour	DEX protocol vulnerabilities	Private Transaction Orderflow	MEV profits distribution	MEV attacks on blockchain consensus protocols	Other
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Empirical analysis of mempool transactions		[2]	[10], [11], [19], [20]	[16]	[1]	[1]	[10], [11], [16], [19]	[11], [19], [20]	[1], [11]	
Empirical studies of historical blockchain data		[2], [4]	[10], [11], [19], [20]				[9], [10], [11], [19]	[11], [19], [20]	[11]	
Benchmarking		[6], [7]								
Game Theory modeling		[3], [7]	[12], [21]		[1]	[1]	[9], [21]	[21]		[14], [22]
Optimal trade/swap routing		[2]								
Formal methods of modeling	[5], [18]	[2], [3], [4], [6], [18]	[12], [21]	[8]			[9], [11]	[11], [17]	[11]	[22]
Frequent Batch Auctions (FBA)		[3]								
Zero Knowledge Proofs		[3]								
Verifiable Delay Functions (VDF)		[4]								
Aggregate Crypto-Signatures		[4]								
Universal Composability framework		[4], [6]								
Federated Setup / Committee	[5]	[3], [4]								
Threshold Encryption	[5]									
Threshold Signatures		[6]								
PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance)	[5]									
Correlated Sampling	[5]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

MPC (Multiparty Computation)		[6]								
Off-chain communication		[6], [7]								
Cross-chain communication		[6]								
AI / Machine Learning		[7]								
Unconventional ordering detection							[9]			
Modified Ethereum Node			[11]	[16]			[11]	[11]	[11]	
Graph algorithms			[11]				[11]	[11]	[11]	
Theory of the Commons & Ostrom's 8 design principles										[14]
Label analysis (Etherscan, Zeromev etc.)			[19], [20]	[16]			[16], [19]	[19], [20]		
Herfindahl-Hirschman Index (HHI)			[20]				[20]	[20]		
Dynamical System Theory								17		
Agent-based Modeling (ABM)			[21]				[21]	[21]		
MEV scoring				[16]						
Other data sources (zeromev.org, mevboost.pics etc.)			[20], [21]				[20], [21]	[20], [21]		

Conclusion. This thesis provides a broad survey of MEV-related research, categorizing common problems and methods used in MEV analysis. By organizing findings into a matrix, the study offers valuable insights for MEV and blockchain researchers, helping them to choose their next research topic or method based on the collected information. In conclusion, it's important to note that the insights and conclusions from this survey informed the decision-making process regarding the problem and methods for our subsequent MEV research paper.

References

- [1] P. Daian *et al.*, "Flash Boys 2.0: Frontrunning, Transaction Reordering, and Consensus Instability in Decentralized Exchanges," Apr. 2019, doi: 10.48550/arxiv.1904.05234.
- [2] L. Zhou, K. Qin, and A. Gervais, "A2MM: Mitigating Frontrunning, Transaction Reordering and Consensus Instability in Decentralized Exchanges," Jun. 2021, doi: 10.48550/arxiv.2106.07371.
- [3] C. McMenamin, V. Daza, M. Fitzi, and P. O'Donoghue, "FairTraDEX: A Decentralised Exchange Preventing Value Extraction," Feb. 2022, doi: 10.48550/arxiv.2202.06384.
- [4] E. Sariboz, G. Panwar, R. Vishwanathan, and S. Misra, "FIRST: FrontrunInG Resilient Smart ConTracts," Apr. 2022, doi: 10.48550/arxiv.2204.00955.
- [5] A. Asayag *et al.*, "Helix: A Scalable and Fair Consensus Algorithm Resistant to Ordering Manipulation," 2021.
- [6] C. Baum, B. David, and T. K. Frederiksen, "P2DEX: Privacy-Preserving Decentralized Cryptocurrency Exchange Full version," 2021.

- [7] M. Ciampi, M. Ishaq, M. Magdon-Ismail, R. Ostrovsky, and V. Zikas, "FairMM: A Fast and Frontrunning-Resistant Crypto Market-Maker," 2021.
- [8] C. Baum, J. Hsin-yu Chiang, B. David, T. Kasper Frederiksen, and L. Gentile, "SoK: Mitigation of Front-running in Decentralized Finance," 2021.
- [9] A. Lehar and C. A. Parlour, "Battle of the Bots: Flash loans, Miner Extractable Value and Efficient Settlement Preliminary and incomplete," 2023.
- [10] B. Weintraub, C. F. Torres, C. Nita-Rotaru, and R. State, "A Flash(bot) in the Pan: Measuring Maximal Extractable Value in Private Pools," Jun. 2022, doi: 10.1145/3517745.3561448.
- [11] J. Piet, J. Fairoze, and N. Weaver, "Extracting Godl [sic] from the Salt Mines: Ethereum Miners Extracting Value," Mar. 2022, doi: 10.48550/arxiv.2203.15930.
- [12] "Game-theoretic Model for MEV-boost Auctions (MMA) - Economics - Ethereum Research." Accessed: Oct. 25, 2024. [Online]. Available: <https://ethresear.ch/t/game-theoretic-model-for-mev-boost-auctions-mma/16206>
- [13] J. Byers, "Combating Front-running in the Blockchain Ecosystem," 2022.
- [14] P. Poux, P. De Filippi, and B. Deffains, "Maximal Extractable Value and the Blockchain Commons," 2022. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=4198139>
- [15] L. Heimbach and R. Wattenhofer, "SoK: Preventing Transaction Reordering Manipulations in Decentralized Finance," Mar. 2022, doi: 10.1145/3558535.3559784.
- [16] S. Yang, F. Zhang, K. Huang, X. Chen, Y. Yang, and F. Zhu, "SoK: MEV Countermeasures: Theory and Practice," Dec. 2022, Accessed: Apr. 02, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2212.05111>
- [17] T. Chitra and K. Kulkarni, "Improving Proof of Stake Economic Security via MEV Redistribution," 2022.
- [18] A. Guo, "Invariance properties of maximal extractable value," Apr. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.11010>
- [19] A. Wahrstätter, L. Zhou, K. Qin, D. Svetinovic, and A. Gervais, "Time to Bribe: Measuring Block Construction Markets," 2023.
- [20] L. Heimbach, L. Kiffer, C. F. Torres, and R. Wattenhofer, "Ethereum's Proposer-Builder Separation: Promises and Realities," May 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2305.19037>
- [21] F. Wu, T. Thiery, S. Leonardos, and C. Ventre, "Strategic Bidding Wars in On-chain Auctions," Dec. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2312.14510>
- [22] E. Fox, M. Pai, and M. Resnick, "Censorship Resistance in On-Chain Auctions," Jan. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2301.13321>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА НАБОРІВ ДАНИХ НА МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННЯ НА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Вступ. Мобільні пристрої, зокрема смартфони та планшети, стали невід'ємною частиною сучасного життя. За даними Міжнародного телекомунікаційного союзу (ITU), до кінця 2022 року кількість унікальних користувачів мобільних телефонів сягала понад 5.3 мільярди [1], що свідчить про безпрецедентний рівень використання мобільних пристроїв. Така популярність мобільних пристроїв пояснюється їх доступністю, низькою вартістю та широким спектром функцій, які вони пропонують. Мобільні пристрої відіграють важливу роль у повсякденному житті, починаючи з комунікацій і розваг, та завершуючи продуктивністю й управлінням здоров'ям [2].

Машинне навчання (ML) все частіше інтегрується в мобільні додатки, надаючи користувачам передові можливості прямо на їхніх пристроях. Цей розвиток значною мірою став можливим завдяки прогресу в апаратному та програмному забезпеченні, розробленому спеціально для підтримки таких технологій, як TensorFlow Lite від Google та Core ML від Apple.

Застосування машинного навчання на мобільних пристроях варіюється від розпізнавання зображень та мовлення в реальному часі до предиктивного введення тексту та персоналізованих рекомендацій. Дослідження свідчать, що машинне навчання на пристрої може значно покращити користувацький досвід завдяки швидшій обробці та збереженню конфіденційності через локальну обробку даних [3]. Станом на 2023 рік все більше мобільних додатків використовують машинне навчання для функцій, таких як доповнена реальність (AR), моніторинг здоров'я та автономна навігація [4].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – підходи до оптимізації моделей машинного навчання на мобільних пристроях. Предмет дослідження – оцінка впливу різних архітектур моделей машинного навчання та методів їхньої оптимізації на продуктивність у мобільних середовищах. Дослідження зосереджене на тому, як характеристики цих моделей, їх розмір, використання ресурсів (оперативної пам'яті, центрального процесора), а також тривалість класифікації можуть впливати на ефективність розгортання мобільних додатків.

Основний матеріал. Для експериментальних цілей використовувалися моделі з 2 різними архітектурами та 2 наборами даних (Таблиця 1). Для архітектури CNN було обрано MobileNetv2. MobileNetv2 – це легка модель глибинного навчання, розроблена компанією Google спеціально для мобільних пристроїв. Вона використовує розділені згортки, які розбивають стандартні операції згортки на простіші компоненти, що суттєво зменшує кількість параметрів і обчислювальну складність. У даній моделі останній шар кожного блоку є лінійним, а не нелінійною функцією активації, що покращує збереження інформації та потік градієнтів під час навчання [5].

У архітектурі ViT, використовувалася стандартна структура. Основу архітектури складають кілька шарів трансформерних енкодерів, кожен з яких має механізм самоуваги, що дозволяє моделі оцінювати важливість різних частин зображення відносно один одного. Після шару самоуваги результат обробляється через нейронну мережу, з нормалізацією та залишковими з'єднаннями, які покращують стабільність навчання та продуктивність. У послідовність частин зображення додається спеціальний класифікаційний токен, який агрегує інформацію для остаточної класифікації. Результат, відповідний цьому класифікаційному токenu, проходить через лінійний шар для отримання ймовірностей класів [6].

Моделі також пройшли через оптимізацію квантизації, що повинна надати значні переваги для використання на мобільних пристроях шляхом зменшення розміру моделі,

прискорення класифікації, зниження енергоспоживання та покращення використання апаратного забезпечення, зберігаючи при цьому прийнятний рівень точності.

Для варіативності використовувалися набори даних ImageNet та ASL Alphabet. Набір даних ImageNet включає 1000 класів і містить 1281167 зображень для навчання, 50000 зображень для валідації та 100000 тестових зображень. Розмір зображень становить 224x224 пікселів [7]. Для порівняння, набір даних ASL Alphabet містить 87000 зображень розміром 200x200 пікселів і складається з 29 класів [8]. Це повинно позитивно вплинути на розмір моделі та симулювати використання в кейсах розпізнавання жестової мови.

Таблиця 1 - Моделі та набори даних використані для експериментів

Модель	Архітектура	Набір даних
MobileNet v2	CNN	ImageNet
Quantized MobileNet v2	CNN	ImageNet
MobileNet v2	CNN	ASL Alphabet
MobTransformer	ViT	ASL Alphabet
Quantized MobTransformer	ViT	ASL Alphabet

Розмір моделі є однією з найважливіших характеристик моделей машинного навчання для мобільних пристроїв. Мобільні пристрої, як правило, мають обмежені обчислювальні ресурси порівняно з настільними або серверними середовищами. Тому моделі повинні бути легкими, щоб забезпечити їх ефективне розгортання без надмірного споживання пам'яті або обчислювальної потужності. Менші моделі не тільки економлять пам'ять, але й знижують затримку або підвищують швидкість класифікації, що є важливим для додатків у реальному часі, такі як розпізнавання зображень або обробка мови. Швидкість класифікації може залежати від різних факторів, включаючи архітектуру моделі, використані методи оптимізації (такі як квантизація та оптимізація графу), а також можливості апаратного забезпечення.

Щоб краще зрозуміти, які моделі підходять для наших конкретних потреб, ми оцінили кількість параметрів, важливих для використання на мобільних телефонах: фізичний розмір моделі, використання оперативної пам'яті (RAM) та центрального процесора (CPU), а також час тривалість класифікації.

Усі експерименти проводилися на пристрої з Android – Xiaomi Redmi Note 8 Pro, з процесором Mediatek MT6785 (8 ядер), 6 ГБ оперативної пам'яті. Метрики вимірювалися за допомогою вбудованих профайлерів у середовищі розробки Android Studio під час 1200 ітерацій. Інтеграція моделей у мобільний додаток була реалізована з використанням TensorFlow Lite без використання графічного процесора [9].

Таблиця 2 - Результати експериментів

Модель	Фізичний розмір	Використання RAM	Використання CPU	Тривалість класифікації (процентиль / мс)
1	2	3	4	5
MobileNetv2 + ImageNet	14 Мб	140 – 155 Мб	18 – 22%	0,95 / 53мс 0,9 / 46мс 0,5 / 37мс 0,1 / 32мс
Quantized MobileNetv2 + ImageNet	3.6 Мб	140 – 155 Мб	18 – 20%	0,95 / 65мс 0,9 / 58мс 0,5 / 48мс 0,1 / 47мс
MobileNetv2 + ASL Alphabet	3.3 Мб	120 – 135 Мб	12 – 16%	0,95 / 50мс 0,9 / 46мс 0,5 / 36мс 0,1 / 33мс

1	2	3	4	5
MobTransformer	3.5 Мб	118 – 145 Мб	7 – 14%	0,95 / 16мс 0,9 / 16мс 0,5 / 12мс 0,1 / 7мс
Quantized MobTransformer	899 Кб	109 – 140 Мб	7 – 9%	0,95 / 10мс 0,9 / 10мс 0,5 / 5мс 0,1 / 3мс

Висновки. Результати (Таблиця 2) показують, що квантизація може призвести до значного зменшення розміру моделі, роблячи її більш придатною для розгортання на мобільних пристроях. Хоча для деяких моделей можуть бути певні компроміси в тривалості класифікації, загальна ефективність з точки зору використання CPU та значне зменшення фізичного розміру роблять квантизовані моделі привабливим вибором для мобільних застосувань. Продуктивність моделей також підкреслює важливість вибору набору даних, оскільки це може впливати як на точність, так і на швидкість класифікації. Зрештою, вибір між квантизованими та неквантизованими моделями має враховувати конкретні вимоги додатка, включаючи необхідність швидкості, обмеження ресурсів та характер даних, які обробляються.

Серед подальших напрямків покращення моделей машинного навчання для мобільного розгортання можна використовувати порівняння різних технік квантизації, дослідження альтернативних легких архітектур і оптимізацію гіперпараметрів для оцінки їхнього впливу на продуктивність. Оцінка моделей на різноманітних наборах даних і в реальних умовах може надати уявлення про їхню надійність і здатність до узагальнення.

Список літератури

1. ITU/UN tech agency. (2024, May 19). Measuring Digital Development - Facts and Figures 2023 - ITU. ITU. https://www.itu.int/hub/publication/d-ind-ict_mdd-2023-1/
2. Topic: US smartphone market. (2024, June 14). Statista. <https://www.statista.com/topics/2711/us-smartphone-market/#topicOverview>
3. Brand, L., Humm, B. G., Krajewski, A., & Zender, A. (2023). Towards improved user experience for artificial intelligence systems. In Communications in computer and information science (pp. 33–44). https://doi.org/10.1007/978-3-031-34204-2_4
4. Li, Y., Dang, X., Tian, H., Sun, T., Wang, Z., Ma, L., Klein, J., & Bissyande, T. F. (2022). AI-driven Mobile Apps: an Explorative Study. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2212.01635>
5. Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L. (2018). MobileNetV2: Inverted residuals and linear bottlenecks. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1801.04381>
6. Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., Dehghani, M., Minderer, M., Heigold, G., Gelly, S., Uszkoreit, J., & Houlsby, N. (2020). An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2010.11929>
7. Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L., Li, N. K., & Fei-Fei, N. L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2009.5206848>
8. ASL Alphabet. (2018, April 22). Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/grassknoted/asl-alphabet>
9. TensorFlow lite for Android. (2024, July 28.). TensorFlow. <https://www.tensorflow.org/lite/android>

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В ШКОЛІ

Вступ. Відома фраза В. Черчилля "Хто володіє інформацією, той володіє світом" стає дедалі актуальнішою для всіх галузей сучасного життя, в тому числі й для освітньої діяльності.

Школа є невід'ємним фактором розвитку кожної людини. Саме вона має великий вплив на формування світогляду громадянина. У реаліях сьогодення школа не заохочує дітей до здобування знань, що є негативним чинником творення інтелектуальної національної еліти. Це стало нормою, адже суспільство відчуває значну прірву між розвитком сучасного світу та державною шкільною галуззю. Через відсутність інвестицій в освіті не застосовуються інноваційні технології, які б могли полегшити навчальний процес та зробити його більш зручним та цікавим для школярів.

Зараз неможливо дистанційно отримати інформацію про успішність чи хоча б розклад дитини. Тим паче не існує цілісної системи, яка б об'єднувала всі школи країни та надавала змогу швидкого доступу зі смартфона до необхідних даних. Суспільству вкрай необхідна багатофункціональна автоматизована інформаційна система, яка буде супроводжувати навчальну діяльність, а також дозволить сформуванню загальний комунікаційний простір.

Електронний інформаційний ресурс є важливою складовою навчального процесу й відображає реальну ефективність застосування інноваційних технологій у школі. Він спрямований на впровадження нових форм успішної взаємодії всіх зацікавлених учасників спілкування - вчителів, учнів та їхніх батьків. В його основі лежить відкритий оперативний доступ до необхідних баз даних.

Застосування комп'ютерних технологій у системі документообігу - гостра проблема для загальноосвітніх навчальних закладів, адже вимагає високого рівня комп'ютерної грамотності, обізнаності.

Інформаційна система дозволить ввести електронні журнали й щоденники – засоби контролю успішності, виконання домашніх завдань та відвідування занять учнями; оперативно працювати з розкладом, корегувати його в міру необхідності.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є розробка інформаційних технологій для автоматизації навчального процесу у школі. Предметом дослідження є налагодження зручної та легкої взаємодії між усіма суб'єктами освітньої діяльності за рахунок створення програмного продукту з використанням мов програмування Kotlin, PHP та СУБД MySQL у середовищах розробки Android Studio та Visual Code. Головна мета дослідження – створення інформаційної системи, яка систематизує інформацію про розклад уроків та дзвінків у школі, відвідуваність й успішність учня, дозволяє швидко отримати контактну інформацію школи (телефон, адреса) і класного керівника (телефон, e-mail), ознайомитися зі шкільними новинами та майбутніми заходами.

Основний матеріал. Оскільки в Україні немає єдиного державного пакету програм для автоматизації навчально-виховного процесу в загальноосвітніх закладах, прихильники цієї концепції займаються розробкою автоматизованих інформаційних комплексів для конкретних шкіл. Проведено огляд і порівняльний аналіз деяких програмних продуктів різних розробників.

1. Сервіс e-schools.info призначений для обробки і надання в зручному електронному вигляді інформації про успішність учнів, а також суміжній інформації, що доступна через Інтернет[1].

Електронний журнал

Для кожного класу з кожного предмету створюється журнал. Доступ до нього мають вчителі-предметники, класний керівник, директор. Батькам і учням журнал недоступний. За допомогою електронних журналів вчителі за два кліка можуть:

- виставити оцінки,

- відзначити відсутніх,
- написати зауваження до оцінок і пропусків, залишити коментарі до уроків (наприклад, «контрольна робота»),
- вказати домашні завдання.

Електронний щоденник

На підставі даних, внесених вчителями до журналів, для кожного учня формується його електронний щоденник. У щоденнику відображено все, що вчителі внесли до журналу (оцінки, пропуски, коментарі тощо), а також поведінка і зауваження за тиждень. З кожного предмету вираховується кількість пропусків і середня оцінка за семестр. Для батьків є можливість «підписувати» щоденник своєї дитини. Батьки учня мають доступ до всіх даних тільки своєї дитини.

Графіки успішності

Для кожного учня і кожного класу доступна статистика успішності в графічному вигляді. Є можливість переглянути графіки успішності всередині обраного семестру, а також порівняти успішність в усіх семестрах за весь час навчання. Також можна переглянути статистику з обраних предметів і/або для певних учнів. Доступний графічний рейтинг успішності учнів класів.

Інші можливості

- розклад уроків учня і вчителя;
- розклад шкільних дзвінків, семестрів і канікул;
- персональні сторінки кожного користувача;
- спілкування всередині школи.

2. MagneticOnce – компанія-розробник інноваційного програмного забезпечення представила наступний проект автоматизації школи [2].

Для вчителя:

1. Все зібрано на одному екрані: журнал, миттєва відправка повідомлень батькам.
2. Зручне і легке використання мультимедіа в процесі навчання.
3. Автоматизований процес тестування учнів.
4. Спілкування з колегами.
5. Розклад, конспект ведення уроку, звіти.
6. Автоматизований облік відвідуваності.

Для учня:

1. Домашні завдання завжди доступні в інтернеті.
2. Виконання тестів онлайн.
3. Дистанційне навчання.
4. Безпечна шкільна соціальна мережа.
5. Доступ до електронних матеріалів.
6. Спілкування з учнями інших шкіл України.

Для батьків:

1. Контроль відвідуваності та успішності навчання дитини (онлайн, СМС).
2. Контроль за виконанням домашніх завдань.
3. Оперативні повідомлення від вчителів про успішність, відвідуваність та інші події у школі.
4. Поточний рейтинг дитини порівняно з середнім у класі, паралелі.
5. Доступ до педагогів школи.

Отже, для успішного виконання розробки системи необхідно використати переваги та усунути недоліки наведених прикладів.

Переваги:

- Швидкий доступ до шкільної інформації
- Легка обробка інформації для користувачів та подання її в наочній формі
- Відкритість окремих категорій контактів
- Можливість ознайомлюватися зі шкільними новинами та навчально-виховними заходами

- Виконання тестів онлайн

Недоліки:

- Локальність (розроблені системи працюють в межах однієї школи, тобто не є глобальними)
- Наявність неефективних функцій, які не знаходять застосування серед широкого загалу (внутрішні чати для спілкування)
- Відсутність мобільних версій систем

Обрана тема є дуже важливою й актуальною для сучасного українського суспільства. Саме тому було вирішено глибше зайнятися нею у своїй дипломній роботі. Оскільки останні світові тенденції показують, що суспільство все більше воліє до використання невеликих пристроїв – смартфонів та планшетів, ніж комп'ютерів, прийнято рішення створити застосунок для однієї з мобільних операційних систем. Найпоширенішими на українському ринку є пристрої, що працюють на ОС Android [3].

На цей момент уже виконаний великий обсяг роботи з питання проектування та реалізації системи автоматизації шкільного навчання. У розробленій системі визначено 4 категорії користувачів, які будуть взаємодіяти з нею: адміністратор, учитель, батьки, учень. Кожна категорія отримує функціонал, приналежний їй за роллю в навчальному процесі. Усі категорії повинні пройти процедуру авторизації для відкриття повного функціоналу. У разі неможливості здійснити авторизацію (користувач не пам'ятає необхідні дані) вчитель, батьки чи учень можуть виконати відновлення пароля за допомогою власної електронної пошти.

Після процедури авторизації всі групи користувачів можуть переглядати розклад уроків і дзвінків, новини та навчально-виховні заходи, список учителів школи, до якої вони прикріплені, а також власний обліковий запис та редагувати його. На рисунку 1 наведено профіль школяра. Крім доступу до загальної інформації, учень може додатково переглядати дані про власну успішність та контакти класного керівника. Батьки мають змогу бачити оцінки своїх дітей та необхідні контакти школи. Вчитель-предметник веде облік успішності та присутності школярів на своїх уроках, а також має можливість отримувати інформацію про успішність учнів власного класу та список батьків (якщо вчитель є класним керівником). Адміністратору дозволено редагувати розклад уроків та дзвінків; створювати, редагувати та видаляти новини; реєструвати нові облікові записи та видаляти вже існуючі.

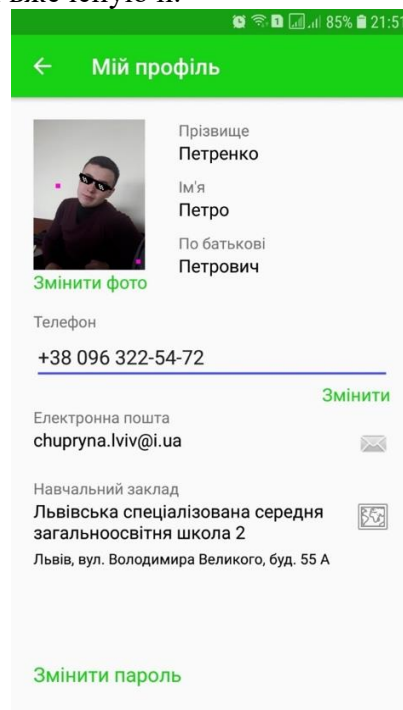


Рисунок 1 – Профіль учня в мобільному застосунку

Висновки. Інформаційна система контролю навчального процесу у школі є дуже актуальним питанням для української системи освіти, оскільки зараз вона перебуває у процесі

реформування, в тому числі впровадженні інноваційних технологій. В Україні досі не існує єдиної інформаційної системи, яка б об'єднувала всі школи країни в одну мережу та мала в собі увесь необхідний функціонал для швидкого отримання необхідної інформації з будь-якого місця лише за допомогою смартфона та мережі Інтернет.

Підсумовуючи результати роботи, можна сказати, що дана система має великий потенціал для впровадження в українську систему освіти. Для її повноцінної роботи необхідно реалізувати вже спроектований функціонал для інших груп користувачів, окрім учня, а також можна переходити до розширення програмного забезпечення на інші платформи, такі як iOS або Windows.

Список літератури

1. Сервіс e-school [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-schools.info/e-service>
2. Magnetic One Автоматизація школи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lviv.pb.org.ua/files/project/956/documents/15054158901165_avtomatizatsiia-shkoli.pdf
3. Найпопулярніші операційні системи світу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://marketer.ua/ua/stats-operating-system-2020/>

Дудас В.С.

магістрант 2 курсу ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник к.т.н., доцент Гураль І.В., кафедра КІ ЗУНУ

КІБЕРБЕЗПЕКА ДЛЯ ПРИСТРОЇВ РОЗУМНОГО ДОМУ

Вступ. Розумний дім, або IoT (Internet of Things) — це набір пристроїв, які покликані забезпечити безпеку та комфорт своїм домовласникам. Однак дизайн розумного дому може відкрити двері для численних ризиків, які варіюються від розголошення приватного життя домовласників до сприяння традиційним злочинам, таким як крадіжка зі зломом, за допомогою відео- та аудіоканалів для ідентифікації будинків з дорогими предметами, а потім відмикання дверей або вимкнення безпеки будинку, або ще гірше втручання в медичні прилади з метою фізичного ушкодження людей [1]. Вразливості пристроїв, недостатня безпека даних, обмежені оновлення програмного забезпечення та можливість хакерських атак ставлять під загрозу безпеку користувачів. У цьому контексті забезпечення кібербезпеки стає невід'ємною частиною використання розумних технологій.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження — пристрої розумного дому, які інтегрують технології автоматизації та підключення до Інтернету для управління різними аспектами житлового середовища. Предмет дослідження — загрози кібербезпеки, які можуть впливати на безпеку та конфіденційність користувачів пристроїв розумного дому, включаючи хакерські атаки, вразливості програмного забезпечення, використання слабких паролів, незахищену передачу даних та інші ризики. Головна мета дослідження це визначити основні загрози кібербезпеки для пристроїв розумного дому та запропонувати рекомендації щодо їх захисту, а також підвищити обізнаність користувачів про важливість забезпечення безпеки в умовах зростаючої популярності розумних технологій.

Основний матеріал. У сучасному світі розумні технології стають дедалі популярнішими, змінюючи наше уявлення про комфорт і зручність у житті. Пристрої розумного дому, такі як термостати, системи освітлення, камери безпеки та побутова техніка, використовують підключення до Інтернету для інтеграції різноманітних функцій, що дозволяє користувачам контролювати та автоматизувати повсякденні завдання. Проте з цими технологіями з'являються нові виклики, особливо у сфері кібербезпеки.

Перш за все, одним із найзначніших ризиків є хакерські атаки. Зловмисники можуть використовувати різноманітні техніки для отримання несанкціонованого доступу до систем розумного дому. Наприклад, якщо користувачі не змінюють стандартні паролі, які постачаються разом із пристроями, це може створити легку мішень для зловмисників. Атаки можуть включати як фізичний доступ до пристроїв, так і віддалене зламане з'єднання через Інтернет.

По-друге, багато пристроїв постачаються з застарілим або ненадійним програмним забезпеченням. Це означає, що вони можуть містити вразливості, які легко експлуатувати. Якщо виробники не забезпечують регулярні оновлення безпеки, пристрої залишаються відкритими для нових загроз. Важливо, щоб користувачі були обізнані про необхідність постійного оновлення програмного забезпечення своїх пристроїв для зменшення ризиків.

Загальна архітектура IoT на основі розумного дому складається з чотирьох рівнів [2]

Сенсорний шар — це набір розумних пристроїв, які можна використовувати, щоб відчувати та усвідомлювати діяльність, що відбувається в цьому середовищі.

Мережевий шар — це засіб для передачі даних датчиків та пристроїв у хмару. Зазвичай всі датчики мають топологія підключення «Зірка» зі шлюзом у центрі. Пристроєм шлюзу може бути, а мікроконтролер, як-от Arduino з підключенням до Інтернету, або інші потужні пристрої, як-от Raspberry Pi, Rock64, Odroid XU4, ASUS Tinker Board, LattePanda Alpha, Onion Omega2Plus. Такий пристрій діє як координаційний центр з погляду сенсорного рівня та представляє будинок з точки зору Хмарного шару. У деяких сценаріях цей шлюз може працювати як інтерфейс між датчиками та програмним шаром, коли немає віддаленого доступу до будинку.

Хмарний шар — пристрої IoT генерують величезну кількість даних. Він стискає інфраструктуру Інтернету та створює величезне навантаження на платформи IoT. Звідси хмарні обчислення можуть розв'язати цю проблему зберігання даних, обробка даних, передача даних.

Програмний шар — може бути програма для смартфона, вебпрограма або десктопний додаток, що використовується власником будинку для представлення даних чи дистанційного керування та віддаленого моніторингу.

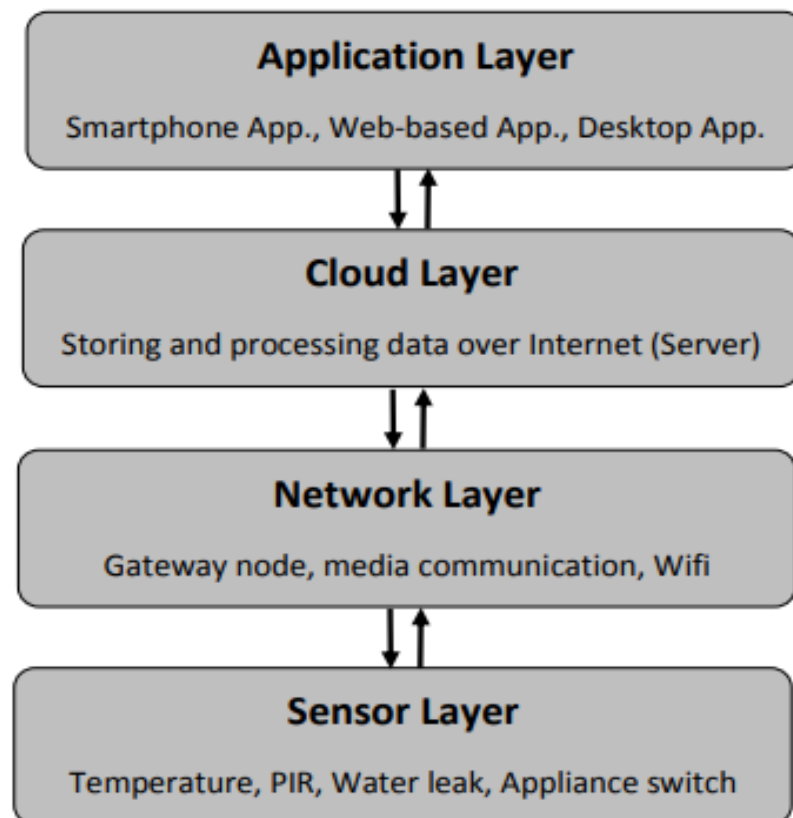


Рисунок 1 - Загальна архітектура IoT

Наведена вище схема є загальною архітектурою IoT, яка містить лише чотири рівні. Однак деякі інші системи складаються з кількох рівнів, як-от шар периферійних обчислень, між мережевим і хмарним шаром. Граничні обчислення є чудовим інструментом для зменшення навантаження, яке IoT-пристрої створюють на Інтернет-інфраструктуру шляхом очищення та

обробки даних перед надсиланням їх у хмару. Однією з найбільш значних труднощів, з якою стикаються IoT-пристрої, є проблеми з безпекою та конфіденційністю, які виникають через обмеження ресурсів пристроїв. З іншого боку, більшість пристроїв Інтернету речей створюють величезну кількість чутливих і конфіденційних даних, що привертає увагу злочинців. Крім того, більш ранні рішення безпеки часто занадто ресурсомісткі для IoT щодо обчислювальної потужності та споживання енергії. Інша складність розумних будинків на основі IoT полягає в тому, що вони не є єдиним доменом додатків, що вимагає застосування заходів безпеки до кожного рівня їхнього дизайну[2].

Таким чином, для ефективного захисту IoT-пристроїв і систем розумного дому потрібно враховувати специфіку їхньої архітектури, розробляти адаптивні рішення безпеки, а також інтегрувати новітні технології, що забезпечують безпеку на всіх рівнях.

Недостатня безпека на стороні виробника також є важливим чинником. Багато компаній, що розробляють пристрої розумного дому, не приділяють достатньої уваги безпеці. Це може проявлятися в поганих практиках програмування, відсутності належного шифрування даних або недостатній контролі за оновленнями. Користувачі часто не знають, як забезпечити безпеку своїх пристроїв, тому необхідно, щоб виробники надавали більш прозорі та доступні інструкції щодо безпеки.

Окрім того, фішинг і соціальна інженерія представляють ще одну серйозну загрозу. Зловмисники можуть використовувати методи фішингу для обману користувачів та отримання доступу до їхніх облікових записів. Це може включати створення підроблених вебсайтів або електронних листів, що виглядають як офіційні запити від виробників пристроїв. Якщо користувачі не навчені розпізнавати ці загрози, це може призвести до втрати контролю над їхніми обліковими записами та персональними даними.

У контексті всіх цих загроз важливо, щоб користувачі розуміли, які заходи можна вжити для підвищення безпеки своїх розумних домів. Від зміни стандартних паролів до регулярного оновлення програмного забезпечення — всі ці дії можуть суттєво знизити ризики. Крім того, користувачі повинні бути обізнані про можливі загрози та вміти їх розпізнавати.

Таким чином, забезпечення кібербезпеки в розумному домі є складним завданням, що вимагає зусиль як з боку виробників, так і з боку користувачів. Освіта та підвищення обізнаності про кіберзагрози можуть суттєво знизити ризики, пов'язані з використанням цих технологій, і забезпечити безпечніше середовище для користувачів.

Висновки. Технології розумного дому значно покращують зручність життя, але одночасно створюють серйозні ризики для безпеки. Хакерські атаки, вразливості в програмному забезпеченні та незахищена передача даних можуть загрожувати конфіденційності користувачів. Це підкреслює необхідність активних дій з боку користувачів, таких як зміна стандартних паролів і регулярні оновлення програмного забезпечення. Крім того, можливість налаштовувати політику безпеки та правила контролю доступу дає власникам будинків можливість адаптувати механізми захисту відповідно до своїх конкретних вимог безпеки та переваг[3]. Уважне ставлення до кібербезпеки допоможе забезпечити безпечніше використання розумних пристроїв у повсякденному житті.

Список літератури

1. Hammi, B., Zeadally, S., Khatoun, R., & Nebhen, J. (2022). Survey on smart homes: Vulnerabilities, risks, and countermeasures. *Computers & Security*, 117, 102677, pp. 1-5.
2. Ahmed, S. H., & Zeebaree, S. (2021). A survey on security and privacy challenges in smarthome based IoT. *International Journal of Contemporary Architecture*, 8(2), 489-510.
3. Tiwari, A., & Wao, A. A. (2023). IoT based Smart Home Cyber-Attack Detection and Defense. *TIJER-International Research Journal*, 10(8), pp. 13.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ

Вступ. Виявлення об'єктів є ключовою проблемою комп'ютерного зору, що слугує основою для багатьох інших завдань, таких як сегментація об'єктів, генерація підписів до зображень, відстеження об'єктів тощо. Воно відіграє унікальну роль у системах розпізнавання в реальному часі, спрямованих на ідентифікацію та локалізацію об'єктів. Такі системи виявляють і аналізують рухи та забезпечують інтелектуальне втручання, коли це необхідно. Ця функціональність має вирішальне значення в різних сценаріях, від військових застосувань до управління натовпом і міського планування.

Сучасні тенденції підштовхують людство до застосування технологій штучного інтелекту в національній обороні та військовій безпеці, забезпечуючи надійний контроль і спостереження за військовими територіями та кордонами. Штучний інтелект найчастіше використовується для точного і надійного розпізнавання об'єктів у режимі реального часу, що дозволяє виявляти потенційні загрози на ранніх стадіях та надавати критично важливу інформацію для стратегічного прийняття рішень. В умовах гібридної широкомасштабної війни, що триває в Україні, кількість загроз продовжує зростати, що зумовлює необхідність швидкої модернізації, вдосконалення та ретельного тестування оборонних технологій. Від цього прогресу залежить безпека наших громадян та захист критичної інфраструктури, а технології машинного навчання набувають все більшого значення, знижуючи ризик людських помилок і сприяючи ефективному прийняттю рішень під час важливих місій [1].

Основний внесок даної роботи полягає в наступному:

- проаналізовано алгоритми розпізнавання та раннього попередження у військових додатках;
- представлено новий набір даних, що містить ворожі військові об'єкти;
- показано, що алгоритм YOLOv8 є одним з найбільш придатних для задач розпізнавання, виявлення та раннього попередження у військових додатках.

Актуальність. Це дослідження є актуальним в умовах гібридної війни, що триває в Україні, де виявлення та раннє розпізнавання військових загроз є критично важливим. Дослідження спрямоване на нагальну потребу вдосконалення систем виявлення об'єктів у реальному часі, використовуючи передові алгоритми машинного навчання, такі як YOLOv8, для швидкої та точної ідентифікації таких загроз, як БПЛА, ракети та бронетехніка. Спеціально для цього було розроблено новий набір даних, який містить зображення російських військових об'єктів, що робить його особливо корисним для підвищення точності виявлення у ході українських військових операцій. Такий підхід допомагає забезпечити кращий захист критичної інфраструктури та покращує прийняття рішень в умовах бойових дій.

Постановка задачі. Алгоритми машинного навчання демонструють високу ефективність у виявленні небезпечних об'єктів у реальному часі, особливо у військових умовах. Вони здатні розпізнавати ракети, стрілецьку зброю, бронетехніку та вибухові пристрої, зокрема наземні міни або саморобні вибухові пристрої. Це значно покращує раннє виявлення загроз і дозволяє оперативно вживати контрзаходи. Впровадження таких технологій допомагає контролювати повітряний простір навколо життєво важливих об'єктів і виявляти потенційні загрози на землі або на морі, такі як танки, ворожі транспортні засоби і військові кораблі.

Основною метою цього дослідження є проведення аналізу сучасних методів і засобів розпізнавання об'єктів у реальному часі, з особливим акцентом на їх військовому застосуванні. Цей аналіз допоможе визначити оптимальний алгоритм для ефективного виявлення військових загроз та бронетехніки. Забезпечуючи швидке і надійне виявлення небезпечних об'єктів, ці

алгоритми можуть значно покращити час реагування і посилити загальну безпеку важливих об'єктів під час конфліктів.

Основна частина. Розпізнавання об'єктів у реальному часі складається з двох основних частин: виявлення та відстеження. Виявлення ідентифікує та визначає місцезнаходження об'єктів в окремих кадрах, тоді як відстеження забезпечує послідовне відстеження цих об'єктів по всьому відеопотоку. Під час використання моделі виявлення в реальному часі для ідентифікації об'єктів рамка навколо об'єкта може блимати або зміщуватися між кадрами. Така непослідовність пов'язана з тим, що модель виявляє об'єкти кадр за кадром, а цього недостатньо для стабільного відстеження в динамічному середовищі. Етап розпізнавання сам по собі не забезпечує плавну, безперервну локалізацію об'єкта, необхідну для багатьох реальних застосувань. Після етапу розпізнавання вступає в дію етап відстеження, який використовує спеціалізовані алгоритми (фільтри Калмана, SORT або методи оптичного потоку) для забезпечення безперервного відстеження руху об'єкта. Ці алгоритми відстеження призначені для підтримки послідовних і точних обмежувальних рамок, зменшуючи ефект мерехтіння і забезпечуючи стабільну траєкторію для кожного об'єкта. Це має вирішальне значення в таких додатках, як спостереження, розвідка або навігація БПЛА в реальному часі.

Сучасні алгоритми виявлення об'єктів можна розділити на два типи: одноетапні та двоетапні детектори. Ця класифікація базується на тому, як часто мережа обробляє вхідне зображення (рис. 1).

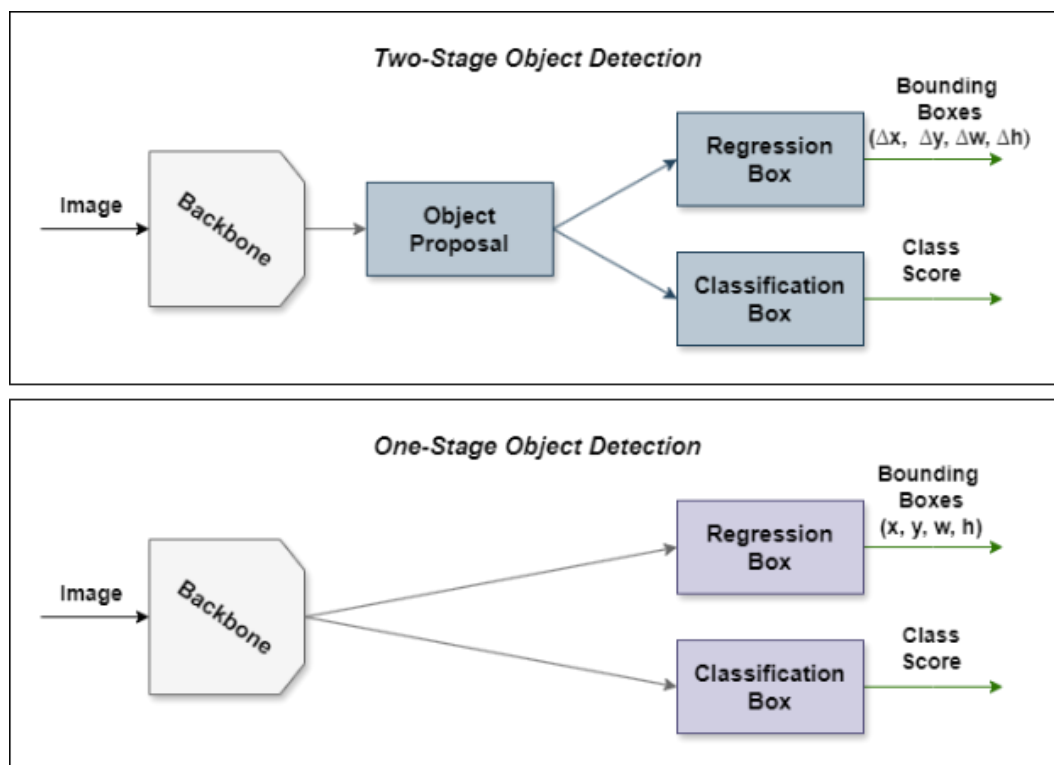


Рисунок 1 - Порівняння двоетапного розпізнавання об'єктів з одноетапним

Двоетапні детектори (такі як R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN), які аналізують зображення у два етапи, можуть бути повільнішими та більш ресурсоємними, проте відомі своєю високою точністю. Вони працюють у два етапи: спочатку генерують пропозиції областей, а потім класифікують об'єкти в межах цих областей. Цей підхід, як правило, дає точні результати, але за це доводиться платити швидкістю, що робить його менш придатним для застосунків у реальному часі, де важлива швидка реакція і існують апаратні обмеження [2]. Алгоритм Faster R-CNN є ідеальним рішенням для таких застосувань як виявлення військових об'єктів, завдяки використанню мережі пропозицій областей (Region Proposal Network), проте швидкість розпізнавання від 7 до 10 кадрів на секунду є неприйнятною для розпізнавання в реальному часі.

Зовсім інша справа – одноетапні детектори, розроблені спеціально для виконання різних завдань у реальному часі. Одноетапні алгоритми розпізнавання об'єктів спрощують процес,

виявляючи і класифікуючи об'єкти за один прохід через мережу. Одним з таких алгоритмів є SSD (Single Shot MultiBox Detector), який спрощує процес виявлення, використовуючи багатомасштабні карти ознак і стандартні блоки для виявлення об'єктів різного розміру і співвідношення сторін за один прохід через мережу. Цей підхід є швидшим, ніж Faster R-CNN і двоступеневі детектори, проте це дослідження зосереджене на алгоритмі YOLO. На відміну від двоетапних детекторів, які покладаються на пропозиції областей, YOLO розбиває вхідне зображення на сітку і прогнозує як обмежувальні рамки, так і ймовірності класів безпосередньо з кожної комірки сітки. Такий підхід робить YOLO ідеальним для застосунків у режимі реального часу, особливо в сценаріях з обмеженими апаратними ресурсами [3]. Однак YOLO може мати проблеми з виявленням дрібних або щільно розташованих об'єктів через свій підхід до розпізнавання. Незважаючи на це обмеження, останні версії, такі як YOLOv8, запроваджують кілька ключових покращень, а саме більш точне розпізнавання без прив'язок (anchor-free detection), мозаїчне збільшення даних, модуль C2f у Backbone (у C2f, на відміну від C3, модель об'єднує вихід усіх bottleneck-модулів, покращуючи градієнтний потік та ефективність навчання), роздільна архітектура вихідного шару (у собі він розділяє завдання класифікації та регресії), глибокі нейронні мережі, які включають більше шарів та оптимізовані функції втрат, що призводить до вищої точності та зменшення обчислювальних витрат, роблячи його краще пристосованим для реального часу в складних навколишніх умовах.

Вибір найбільш ефективного алгоритму має вирішальне значення для забезпечення точного і своєчасного виявлення потенційних загроз. Для цього було створено спеціальний набір даних, що складається з 2476 зображень бронетехніки, знятих з різних ракурсів. Процес створення цього набору даних відбувався за структурованим алгоритмом для забезпечення різноманітності і якості даних:

Алгоритм 1 Створення набору даних для виявлення військових об'єктів

- 1: Вхідні дані: Відеозаписи військових об'єктів
 - 2: Вихідні дані: Набір зображень з анотацією військових об'єктів
 - 3: **procedure** Створення набору даних
 - 4: **Крок 1: Збір відео**
 - 5: Зібрати відеозаписи військових об'єктів з різних джерел для забезпечення різноманітності кута огляду, освітлення та фону
 - 6: **Крок 2: Імпорт відео**
 - 7: Імпортувати кожне відео в Adobe Premiere Pro або еквівалентне програмне забезпечення.
 - 8: **Крок 3: Витяг кадрів**
 - 9: Витягти кадри з відео за допомогою відповідної функції, налаштувавши параметри для збереження якості
 - 10: **Крок 4: Попередня обробка зображень**
 - 11: Переглянути та очистити отримані кадри, видаливши дублікати, розмиті або нерелевантні кадри. Змінити розмір або нормалізувати зображення для забезпечення послідовності.
 - 12: **Крок 5: Анотація даних та організація набору даних**
 - 13: Виконати анотацію об'єктів на зображеннях за допомогою LabelImg. Організувати дані за категоріями з теками для тренування, валідації та тестування.
 - 14: **Крок 6: Інтеграція для навчання моделі**
 - 15: Використати набір даних для навчання моделей розпізнавання об'єктів.
 - 16: **end procedure**
-

Створений набір даних (рис. 2) призначений для забезпечення комплексної оцінки ефективності алгоритмів виявлення та класифікації бронетехніки за різних умов та кутів зору. Використання цього набору даних дозволяє провести ретельний аналіз можливостей та обмежень кожного алгоритму при роботі з реальними сценаріями за участю бронетехніки.



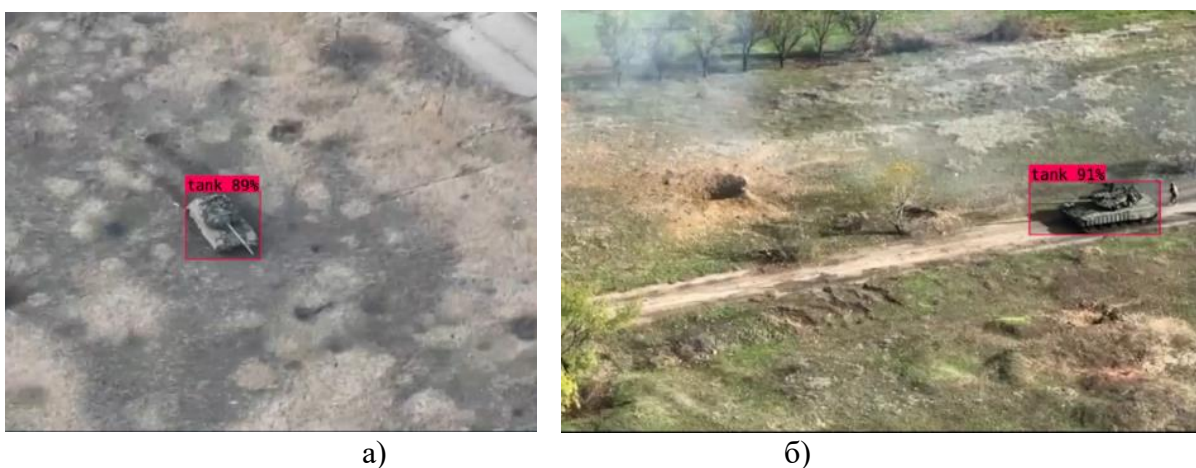
а)

б)

в)

Рисунок 2 - Візуалізація прикладів із запропонованого набору даних: а) танки, б) БМП, в) БТР

Після оцінки різних алгоритмів виявлення об'єктів, YOLOv8 виявився найкращим варіантом для виявлення об'єктів у реальному часі для військових цілей. Швидкість, точність, універсальність та апаратна адаптивність роблять його оптимальним вибором для розпізнавання потенційних загроз у складних і динамічних умовах. Модель YOLOv8 була спеціально розроблена з використанням представленого набору даних. Модель досягла високого показника точності у 89%, продемонструвавши свою ефективність у точному виявленні об'єктів в реальному часі (рис. 3). Крім того, модель обробляє зображення зі швидкістю 45 кадрів за секунду, що забезпечує ефективну роботу у військових умовах, де час є критично важливим.



а)

б)

Рисунок 3. а), б) Результат тестування роботи моделі розпізнавання на довільних зображеннях

Однак, важливо відзначити деякі обмеження моделі YOLOv8. Набір даних, який використовувався для навчання, не містив значної кількості даних дрібних або частково прихованих об'єктів. Як наслідок, здатність моделі виявляти менші або частково приховані об'єкти дещо обмежена, що впливає на загальну точність у таких випадках. Це обмеження

призвело до помилкових спрацьовувань на рівні приблизно 8-10% після тестування з деякими відео для кожного класу даних, що свідчить про необхідність вдосконалення набору даних, а тоді навчання моделі може сприяти подальшому підвищенню загальної ефективності експлуатації.

Висновок. В ході дослідження було проведено комплексний аналіз різних алгоритмів виявлення об'єктів, включаючи одно- та двоетапні підходи. На основі цього аналізу та ефективності моделей, розроблених для розпізнавання небезпечних об'єктів, було зроблено висновок, що алгоритм YOLOv8 є найбільш придатним для розпізнавання та раннього попередження в реальному часі у військових застосунках. Крім того, модель продемонструвала виняткову універсальність, довівши свою сумісність з широким спектром апаратних платформ. Ця адаптивність має важливе значення для розгортання в критично важливих і обмежених ресурсами середовищах, гарантуючи, що система може бути безперешкодно інтегрована в різні операційні умови без шкоди для продуктивності. Загалом, алгоритм YOLOv8 був визначений як оптимальне рішення для задач виявлення в реальному часі у військових додатках з високим ступенем ризику.

Подяка. Ця робота була виконана в рамках програми Erasmus+ Jean Monnet Module «Trustworthy artificial intelligence: the European approach» (101085626 - TrustAI - ERASMUS-JMO-2022-HEI-TCH-RSCH).

Список літератури

1. Azarov I., Gnatyuk S., Aleksander M., Azarov I., Mukasheva A. (2023). Real-time ML Algorithms for The Detection of Dangerous Objects in Critical Infrastructures // CEUR Workshop Proceedings. – 2023. – Vol. 3373 : Proceedings of the 4th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security), Khmelnytskyi, Ukraine, March 22–24, 2023. – P. 217–226
2. Savchuk, D., & Doroshenko, A. (2021). Investigation of Machine Learning Classification Methods Effectiveness. 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). <https://doi.org/10.1109/csit52700.2021.9648582>.
3. Sazonov, D. (2024, May 13). *DIY for a spy: Utilizing yolov8 object detection in military operations*. Medium. <https://medium.com/ai-advances/diy-for-a-spy-utilizing-yolov8-object-detection-in-military-operations-053d787b6f62>.

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ КРИПТОСЕРТИФІКАТІВ

Вступ. Розвиток квантових технологій поставив під загрозу традиційні криптографічні системи, які забезпечують безпеку сучасних цифрових комунікацій. Сьогодні більшість стандартних алгоритмів шифрування ґрунтуються на математичних задачах, що є надзвичайно складними для класичних комп'ютерів, але можуть бути розв'язані квантовими комп'ютерами. Це створює виклик для безпеки в різних сферах, від банківських операцій до державних мереж [1].

Науковці та провідні організації вже кілька років працюють над розробкою та стандартизацією постквантових криптографічних алгоритмів, які б могли протистояти атакам навіть найпотужніших квантових обчислень [2]. Тому тема постквантової криптографії стає центральною в області кібербезпеки, відкриваючи нові напрями досліджень для забезпечення захисту у швидкоплинному цифровому середовищі.

Постановка задачі. З розвитком квантових обчислень традиційні криптографічні алгоритми, які сьогодні забезпечують безпеку цифрових даних, можуть стати вразливими до квантових атак. Це зумовлює необхідність створення нових криптографічних стандартів, здатних забезпечити захист інформації навіть у випадку широкого використання квантових комп'ютерів. У зв'язку з цим актуальною науковою проблемою є розробка, аналіз та впровадження постквантових криптографічних алгоритмів, які будуть стійкими до квантових атак, а також розробка стратегій поступового переходу до таких алгоритмів з мінімальними ризиками для користувачів і організацій.

Об'єкт дослідження - системи інформаційної безпеки, що використовують сучасні криптографічні алгоритми для забезпечення захисту даних.

Предмет дослідження - постквантові криптографічні алгоритми та методи їх впровадження у сучасні системи для забезпечення захисту інформації від потенційних загроз квантових комп'ютерів.

Основний матеріал. Останні п'ять років у сфері стійкості криптографічних сертифікатів домінували дослідження стійкості проти потенційних загроз від квантових комп'ютерів, які мають можливість зламувати сучасні криптосистеми. Одним із найважливіших кроків стало прийняття у серпні 2024 року Національним інститутом стандартів і технологій США (NIST) перших стандартів постквантової криптографії, які включають алгоритми для захисту цифрових підписів та обміну ключами. Серед них — CRYSTALS-KYBER для обміну ключами, а також CRYSTALS-Dilithium і SPHINCS+ для цифрових підписів. Ці алгоритми забезпечують стійкість навіть проти потенційних атак з боку квантових комп'ютерів, і NIST рекомендує почати їх впровадження найближчим часом, щоб забезпечити довгостроковий захист даних. Ці алгоритми (Kyber для обміну ключами, Dilithium і SPHINCS+ для цифрових підписів) створені для захисту даних від атак як класичних, так і квантових комп'ютерів. Впровадження таких стандартів стало пріоритетним через можливу появу великих квантових комп'ютерів у найближчі десять років, які можуть зламати традиційні алгоритми шифрування, такі як RSA або ECC [3].

Одночасно з цим, організації, такі як CISA, розробили рекомендації для компаній з критичною інфраструктурою, аби ті могли почати планування переходу до постквантових алгоритмів. У серпні 2023 року Агентство з кібербезпеки та інфраструктурної безпеки США (CISA) також надало рекомендації щодо переходу до постквантової криптографії [4]. Ці рекомендації включають інструкції для підприємств і критичної інфраструктури, допомагаючи підготуватися до майбутніх загроз. Рекомендації передбачають аналіз існуючих систем захисту, побудову плану переходу та співпрацю з постачальниками технологій для оновлення систем. Основні кроки включають аналіз існуючих систем, підготовку до оновлень криптографії та

створення «крипто-агільної» інфраструктури, що дозволяє швидко адаптувати нові алгоритми за необхідності.

Робота над постквантовою криптографією триватиме ще кілька років, оскільки обрані стандарти не є остаточними. Вони продовжують вдосконалюватись і проходити тести, а також розробляються альтернативні алгоритми для майбутнього оновлення стандартів, забезпечуючи додатковий захист проти майбутніх квантових загроз. Це важливий аспект сучасної кібербезпеки, який спрямований на забезпечення довгострокової стійкості цифрової інфраструктури перед обличчям зростаючих технологічних загроз.

Останні дослідження, присвячені стійкості криптографічних сертифікатів у контексті розвитку квантових обчислень, розглядають кілька ключових напрямків для майбутніх досліджень. Один з аспектів дослідження полягає у визначенні ефективності нових постквантових алгоритмів для завдань цифрових підписів та обміну ключами. Дослідження, такі як проведене в рамках проекту Horizon Europe PQ-REACT, оцінюють швидкість генерації ключів, підписування файлів і перевірки підписів з використанням різних постквантових алгоритмів, щоб визначити їхню придатність для широкого застосування у реальних умовах (MDPI, IEEE Xplore) [5].

Для забезпечення плавного переходу до постквантової криптографії пропонуються гібридні підписи, які комбінують традиційні та постквантові методи шифрування. Такий підхід дозволяє підтримувати надійність захисту, водночас поступово інтегруючи квантово-стійкі алгоритми в існуючі системи (IEEE Xplore).

Ще одним напрямком є створення рамкових методів для визначення слабких місць у сучасних криптографічних системах у зв'язку з квантовими загрозами. Це дослідження акцентує на необхідності криптоагільності, яка дозволить організаціям швидко адаптуватися до нових стандартів у разі значного прориву в області квантових обчислень (MDPI, ArXiv).

Дослідження також зосереджуються на порівнянні постквантових рішень з квантовою криптографією, оцінюючи їхні обмеження та потенціал. Зокрема, деякі роботи підкреслюють, що квантова криптографія на сьогодні має значні технічні обмеження, і тому постквантові алгоритми вважаються більш придатними для застосування в існуючих мережах (ArXiv).

Висновки. Таким чином, ці напрями досліджень вказують на поступову інтеграцію постквантових стандартів, аналіз безпеки і розробку гібридних рішень як важливі етапи у підготовці до ери квантових обчислень. Переходячи до нових стандартів, важливо враховувати принципи криптоагільності, які дозволяють організаціям швидко адаптуватися до змін у криптографічних вимогах. Гібридні підходи, що об'єднують традиційні та постквантові алгоритми, можуть забезпечити плавний перехід до нових технологій без істотних ризиків для систем безпеки. Надалі дослідження продовжуватимуться з метою вдосконалення алгоритмів і розробки альтернатив для посилення захисту.

Список літератури:

1. Dziembowski, S., & Lipton, R. J. "A Survey of Leakage-Resilient Cryptography." *International Association for Cryptologic Research*, 2019. Доступ: <https://eprint.iacr.org/2019/342>
2. Machado, B. A. S., & Passos, F. U. "Resilience in Cybersecurity: Fundamental Concepts and Relevance." *Applied Sciences*, vol. 14, no. 5, 2024, pp. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14052116>
3. Saira, U., & Torres, I. "Challenges in Post-Quantum Cryptography Key Encapsulation." *Sensors*, vol. 23, no. 12, 2023, pp. 5379-5394.
4. Patil, K. "Top Trends Reshaping the PKI Landscape." *AppViewX*, 2024. Доступ: <https://www.appviewx.com/blog/top-trends-in-2024-reshaping-the-pki-landscape>
5. Thales Group. "Building Security Resilience Against Quantum Threats." *Thales CPL*, 2024. Доступ: <https://cpl.thalesgroup.com/resources>

ПОБУДВА АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФРАСТРУКТУР ДЛЯ ЗАПУСКУ КОНТЕЙНЕРІВ У ХМАРІ ТА НА ПЕРИФЕРІЇ

Актуальність. В умовах швидко змінюваного технологічного середовища, де підприємства прагнуть до більшої гнучкості та ефективності задача побудови автоматизованих інфраструктур для запуску контейнерів у хмарі та на периферії набирає актуальності. Автоматизація розгортання контейнеризованих додатків забезпечує швидкість і масштабованість, які є необхідними для задоволення різноманітних специфічних вимог підприємств [1]. Завдяки інтеграції хмарно-периферійних архітектур, компанії можуть зменшити затримки та підвищити продуктивність своїх сервісів [2].

Зростання обсягу даних та активне використання обробки даних в режимі реального часу підштовхує до використання крайових обчислень, в яких контейнеризація відіграє ключову роль. Ефективне управління трафіком і ресурсами є критичним для успішного функціонування розподілених систем [3]. Це дозволяє забезпечити не лише надійність, а також і безпеку, на що розробники звертають увагу у контексті сучасних викликів.

Оптимізація процесів CI/CD для контейнеризованих додатків у крайових обчисленнях сприяє спрощенню управління життєвим циклом програмного забезпечення, що дозволяє зменшити витрати на розробку та підтримку [5]. Розвиток автоматизованих інфраструктур для контейнеризованих додатків є надзвичайно актуальним, оскільки дозволяє підприємствам адаптуватися до вимог ринку, забезпечувати конкурентоспроможність і підвищувати якість обслуговування клієнтів.

Постановка задачі. У світлі зростаючої складності обробки даних у сучасних розподілених системах виникає необхідність створення автоматизованих інфраструктур для запуску контейнеризованих додатків у хмарі або на периферії. Основною метою даної роботи є розробка ефективної архітектури, що дозволяє автоматизувати процеси розгортання, управління та моніторингу контейнерів у різноманітних обчислювальних середовищах, зокрема в умовах неоднорідних ресурсів, властивих крайовим обчисленням.

Завдання полягає у визначенні оптимальних стратегій для управління робочими навантаженнями, забезпечення безпеки, управління трафіком та моніторингу стану системи в реальному часі. Важливими аспектами також є інтеграція рішень для автоматизації життєвого циклу розробки програмного забезпечення (CI/CD) та адаптація до змінюваних умов ринку, що потребують високої гнучкості і швидкості реагування на запити користувачів.

Об'єктом даного дослідження є автоматизовані інфраструктури для запуску контейнеризованих додатків у розподілених обчислювальних системах, включаючи як хмарні, так і крайові (edge) середовища.

Предметом дослідження є процеси автоматизації розгортання, управління та моніторингу контейнерів, зокрема в контексті оптимізації ресурсів, управління робочими навантаженнями, забезпечення безпеки, а також інтеграції рішень CI/CD у середовищах з неоднорідними ресурсами.

Метою дослідження є розробка ефективної архітектури автоматизованих інфраструктур, що дозволяє підвищити гнучкість і швидкість реагування на запити користувачів, забезпечити безперервність сервісів, зменшити затримки та витрати, а також підвищити загальну продуктивність системи в умовах швидко змінюваного ринкового середовища.

Основний матеріал. При розробці сучасних систем, де дані генеруються та споживаються в безпрецедентних обсягах, виникає потреба у швидкому, ефективному та гнучкому управлінні обчислювальними ресурсами. Автоматизація інфраструктур для запуску контейнеризованих додатків стає критично важливою як у хмарних, так і в крайових (edge) обчислювальних середовищах. Контейнеризація, завдяки своїй портативності та легкості, дозволяє розробникам швидше розгорнути і оновлювати додатки, що значно підвищує ефективність бізнес-процесів [1].

Автоматизація також спрощує управління оновленнями та патчами. У середовищах крайових обчислень, де компоненти можуть бути розташовані у віддалених або розподілених локаціях, автоматичне розгортання оновлень є критично важливим для забезпечення безпеки та продуктивності. Завдяки впровадженню автоматизованих процесів, підприємства можуть знижувати ризики, пов'язані з безпекою, та покращувати загальний рівень обслуговування [1].

Одна з найважливіших переваг автоматизованих інфраструктур є використання платформ оркестрації, таких як Kubernetes, OpenShift, Apache Mesos та інші. Ці платформи дозволяють управляти контейнерами в різноманітних середовищах, забезпечуючи автоматизацію таких процесів, як масштабування, відновлення та балансування навантаження. Kubernetes забезпечує абстракцію для управління розподіленими ресурсами, що суттєво спрощує роботу з контейнерами [2]. Завдяки оркестрації, підприємства можуть динамічно адаптувати розгортання додатків відповідно до змін у навантаженні або доступності ресурсів, що особливо важливо в умовах крайових обчислень, де затримки у передачі даних можуть суттєво вплинути на продуктивність.

Інтеграція контейнеризації в крайові обчислення не лише зменшує затримки обробки даних, але й підвищує ефективність використання ресурсів, оскільки обробка даних відбувається ближче до джерела даних [5]. Це є критичним для сценаріїв, де дані мають бути оброблені в реальному часі, наприклад, у сферах IoT, автоматизації промисловості та смарт-міст.

Незважаючи на численні переваги, автоматизація розгортання контейнеризованих додатків на периферії стикається з низкою викликів. Зокрема, управління мережею, обробка даних у реальному часі та забезпечення безпеки залишаються критично важливими проблемами. Ефективне управління трафіком вимагає використання складних механізмів маршрутизації, які дозволяють підтримувати надійність та продуктивність у розподілених системах [3]. А також, для оптимізації роботи системи необхідно забезпечити безперебійний моніторинг стану інфраструктури.

Використання мов моделювання для оптимізації додатків у середовищах хмарно-крайових обчислень є винятково важливим [4]. Ці мови дозволяють створювати точні та ефективні стратегії для управління ресурсами, адаптації до різноманітних умов та спрощення процесів моніторингу. Такі рішення допомагають виявляти та усувати несправності у реальному часі, що є критично важливим для підтримки високої доступності сервісів.

Інтеграція процесів CI/CD (безперервна інтеграція та безперервне постачання) для контейнеризованих додатків є ще одним важливим аспектом автоматизації. Автоматизація CI/CD у середовищах крайових обчислень дозволяє розробникам швидше впроваджувати нові функції та виправлення помилок, скорочуючи час, необхідний для тестування та розгортання. Це критично важливо для організацій, які прагнуть відповідати на зміни в ринкових умовах та зберігати конкурентоспроможність [4].

Автоматизація CI/CD не тільки підвищує швидкість розгортання, але й знижує ризики помилок, пов'язані з ручними процесами [5]. Це забезпечує більшу надійність у життєвому циклі розробки програмного забезпечення та дозволяє командам зосередитися на інноваціях.

Враховуючи активний розвиток сучасних технологій та зростаючі вимоги до продуктивності та стабільності, автоматизовані інфраструктури для контейнеризованих додатків вимагають постійного вдосконалення. Застосування хмарних і крайових обчислень з використанням контейнеризації відкриває нові можливості для підприємств, дозволяючи не лише зменшити витрати на ІТ, але й підвищити рівень обслуговування клієнтів завдяки швидшій реакції на запити [5].

Також, важливим аспектом розвитку автоматизованих інфраструктур є безпека. Забезпечення безпеки в контексті контейнеризованих додатків вимагає впровадження новітніх технологій для захисту даних та контролю доступу. Впровадження багаторівневих механізмів безпеки допоможе уникнути можливих загроз, пов'язаних із розподіленими системами [5].

Висновки. Отже, автоматизація інфраструктур для запуску контейнерів у хмарі та на периферії є важливим кроком для підприємств, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними у світі, де швидкість і ефективність є вирішальними. Це вимагає

комплексного підходу до управління ресурсами, забезпечення безпеки та впровадження новітніх технологій.

Протягом останніх років спостерігається зростання попиту на гнучкі та адаптивні системи, які можуть швидко реагувати на зміни в умовах навколишнього середовища. Інтеграція хмарних та крайових обчислень, поряд із використанням контейнеризації, не лише знижує витрати, але й підвищує рівень обслуговування клієнтів. Поряд із цим, запровадження CI/CD у середовищах крайових обчислень сприяє підвищенню надійності й швидкості постачання програмного забезпечення.

Важливість безпеки у цій сфері не може бути переоцінена. Забезпечення безпеки даних та управління доступом є ключовими елементами для успішної реалізації автоматизованих інфраструктур. Комбінування всіх цих аспектів створює надійну та ефективну екосистему, що дозволяє підприємствам не лише досягати оперативних цілей, але й реалізовувати інноваційні рішення у своїй діяльності. Таким чином, автоматизація інфраструктур стає не просто перевагою, а необхідністю для виживання та процвітання у динамічному технологічному середовищі.

Список літератури

1. N. Petrovic, I. Marjanovic, and G. Jovanovic, "Automated Deployment of Containerized Applications in Edge Computing Environments," *Journal of Systems Architecture*, vol. 103, pp. 101-112, 2021.
2. A. G. L. B. de Almeida, M. G. B. P. de Castro, and T. M. F. de Mello, "A Cloud-Edge Orchestration Approach for Containers Based on Microservices," *IEEE Transactions on Services Computing*, vol. 15, no. 2, pp. 783-797, 2022.
3. W. Noffsinger, "Three Top Considerations for Containers at the Edge," *Edge Industry Review*, vol. 2, no. 3, pp. 1-5, 2023. Available at: Edge Industry Review
4. P. Barba, J. M. M. de Oliveira, and R. R. de Souza, "A Survey on Modeling Languages for Applications Hosted on Cloud-Edge Computing Environments," *Sensors*, vol. 21, no. 4, Article 1348, 2021.
5. H. M. H. M. AlAli, A. H. M. Alzahrani, and A. H. A. Alzahrani, "Containerization in Edge Computing: Benefits and Challenges," *Future Generation Computer Systems*, vol. 124, pp. 89-102, 2021.

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Вступ. Швидкий розвиток технологій в останні десятиліття відкриває перед медичною галуззю широкі можливості впровадження комп'ютерних систем діагностики.

CAD або СКД — це системи комп'ютерної діагностики, які використовуються для допомоги лікарям у виявленні захворювань на основі аналізу медичних зображень. Ці системи можуть автоматично виявляти ознаки патології та надавати рекомендації, що допомагає покращити точність діагнозу та зменшити ризик людських помилок.

Наукова група під керівництвом професора Олега Березького, яка працює у Західноукраїнському *національному* університеті, на протязі двадцяти років займається застосуванням штучного інтелекту в системах комп'ютерної діагностики. У ряді наукових робіт групи дослідників відображені методи, алгоритми та програмні засоби для діагностування в онкології [1-6].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес діагностування CAD систем. Предмет дослідження – архітектури систем комп'ютерного діагностування в медицині. Мета дослідження – розробка архітектури системи комп'ютерного діагностування.

Основний матеріал. Розроблена архітектура приведена на рисунку 1.

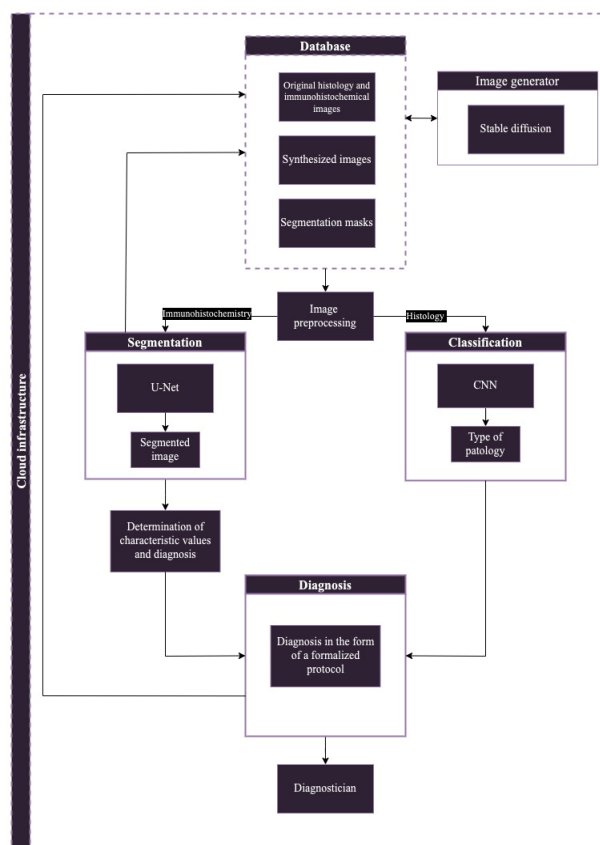


Рисунок 1 – Розроблена архітектура системи комп'ютерного діагностування

Система побудована з використанням хмарних технологій, що дає кращу доступність та необмежені обчислювальні ресурси, звісно, що це не безкоштовно.

База даних містить оригінальні гістологічні та імуногістохімічні зображення, синтезовані зображення, а також маски сегментації зображень. Як видно з рисунка 1, система має також генератор зображень, який працює на основі дифузійних моделей. Він потрібен, щоб закрити питання нестачі тестових даних для навчання сегментатора і класифікатора.

Модуль попередньої обробки покращує вхідні зображення для підвищення точності подальшої сегментації та класифікації.

На вхід сегментатора будуть подаватися імуногістохімічні зображення. Сегментація базується на використанні U-Net мереж, особливістю яких є те, що вони дозволяють точно виділяти об'єкти на зображеннях з високою просторовою роздільною здатністю. Результати сегментації використовуються для інформативного аналізу тканин та відіграють важливу роль у визначенні областей інтересу з високою імовірністю наявності патології. На виході U-Net дають нам сегментовані зображення, після чого система визначає кількісні характеристики і на їх основі ставить діагноз базуючись на певних правилах.

Для класифікації на вхід будуть подаватися гістологічні зображення. Кожному гістологічному відповідає чотири імуногістохімічних. Після класифікації ми зможемо отримати певний клас та підклас або певний тип та підтип патології.

На основі отриманих результатів сегментації, класифікації та обчислених кількісних характеристик система видає діагноз у формі спеціалізованого звіту, який отримує лікар діагност.

Висновки. На основі вищевикладеного матеріалу зробимо наступні висновки:

1. Завдяки модулю попередньої обробки зображень система здатна покращити якість вхідних даних, що підвищує точність наступних етапів аналізу. Це важливий крок, оскільки якість зображення безпосередньо впливає на точність сегментації та класифікації.

2. Використання генератора зображень на основі дифузійних моделей вирішує проблему нестачі тестових даних для сегментації та класифікації.

3. Використання U-Net мереж для сегментації зображень підкреслює високу точність та ефективність системи у визначенні релевантних сегментів. Це особливо важливо в медичній діагностиці, де сегментація може допомогти ідентифікувати патологічні утворення або інші ключові структури.

4. Модуль класифікації, який використовує згорткові нейронні мережі, дозволяє системі автоматично визначати тип і підтип патології. Це значно підвищує ефективність і швидкість роботи лікаря, оскільки система може швидко надати попередні результати, які лікар може перевірити і уточнити.

5. Сегментація і класифікація працюють паралельно, що дає приріст у швидкості обробки даних.

6. Запропонована архітектура системи працює з використанням хмарних технологій, що, в свою чергу, дає більшу гнучкість у виборі апаратних ресурсів.

Список літератури

1. Березький О.М. Засоби штучного інтелекту в системах автоматизованої мікроскопії / О.М. Березький, О.Й. Піцун, Л.О. Дубчак // *Штучний інтелект*, Київ, 2018. – №1 (77). – С. 33-46. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/162371>

2. Berezsky, O.M., Liashchynskyi, P.B. 2021. Comparison of generative adversarial networks architectures for biomedical images synthesis. *Applied Aspects of Information Technology*. Vol. 4, No 3 250–260. <https://doi.org/10.15276/aa.2021.4.3>

3. Березький О.М., Лящинський П.Б., Лящинський П.Б., Сухович А.Р., Долинюк Т.М. Синтез біомедичних зображень на основі генеративно-змагальних мереж. *Український журнал інформаційних технологій*. 2019, т. 1, № 1. С. 35-40. <https://doi.org/10.23939/ujit2019.01.035>

4. Лящинський, П., & Лящинський, П. (2023). ANALYSIS OF METRICS FOR GAN EVALUATION. *Computer systems and information technologies*, (4), 44-51.

5. Лящинський П. Інтеграція штучного інтелекту в медичній діагностиці // *VIII Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі»* 2023, 5 грудня 2023р.: тези доп. – Тернопіль, 2023. – С. 35.

6. Лящинський П. Аналіз медичних систем комп'ютерної діагностики // *IX Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі»* 2024, 21 травня 2024р.: тези доп. – Тернопіль, 2024. – С. 36-37.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА МАЙБУТНІ ПЕРСПЕКТИВИ

Вступ. У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає все більш важливим у різних аспектах суспільного життя, зокрема в освіті та науці. Цей технологічний прогрес відкриває нові можливості для навчання та досліджень, пропонуючи широкий спектр інструментів, які можуть суттєво підвищити ефективність освітніх процесів.

Серед ключових переваг використання ШІ в освіті можна виділити автоматизацію пошуку і узагальнення наукових джерел. Завдяки потужним алгоритмам аналізу даних, штучний інтелект має можливість обробляти великі обсяги даних, що дає змогу викладачам і студентам швидше знаходити відповідні матеріали. Крім того, ШІ може допомагати в обробці статистичної інформації, що є особливо корисним для проведення наукових досліджень.

Застосування програмних продуктів на основі ШІ також сприяє формуванню математичних моделей, які можуть бути використані для моделювання різних сценаріїв у науці. Створення навчального контенту та презентацій стає більш ефективним завдяки можливостям ШІ, що дозволяє викладачам зосередитися на творчих аспектах навчання [3].

Однак, незважаючи на численні переваги, існують і серйозні ризики, пов'язані з неетичним і недоброчесним використанням ШІ. Одним із найгостріших питань є привласнення авторства текстів, створених за допомогою штучного інтелекту. Це може призвести до ситуацій, коли студенти використовують ШІ для генерації робіт, не вказуючи на його участь, що порушує принципи академічної доброчесності [2].

З огляду на стрімкий розвиток таких інструментів, як ChatGPT, є ймовірність, що їх використання в освітньому процесі стане масовим. Це підвищує ризик недоброчесності серед учасників навчання. Наприклад, у США, де технології ШІ розвиваються надзвичайно швидко, спостерігається зростання випадків недоброчесності серед студентів. У відповідь на це, деякі державні школи, такі як в Нью-Йорку та Сієтлі, вже заборонили використання ChatGPT, щоб захистити академічні стандарти.

Постановка задачі. Отже, зважаючи на вищезазначене, важливо знайти баланс між використанням новітніх технологій і дотриманням принципів етики в освіті. Виникає необхідність розробки чітких правил та рекомендацій, які б регулювали використання ШІ, для забезпечення прозорості і доброчесності в освітньому процесі [1]. Об'єкт дослідження – академічну доброчесність у вищій освіті. Предмет дослідження – підходи використання штучного інтелекту в освітньому процесі та його вплив на учасників навчання.

Одним із ключових напрямків у боротьбі з ризиками недоброчесного використання ШІ є впровадження превентивних заходів. Це дозволить зменшити ймовірність неетичного застосування штучного інтелекту. Серед таких ініціатив можна виділити: розробку програмного забезпечення, яке може виявляти тексти, створені за допомогою ШІ; проведення інформаційних кампаній, що підкреслюють важливість академічної доброчесності в освітньому середовищі; а також створення оригінальних навчальних завдань, які сприяють розвитку креативності, критичного мислення та нових підходів до розв'язання складних проблем.

Окрім того, важливо зосередити увагу на підготовці викладачів і студентів щодо основ ШІ та його практичного використання в закладах вищої освіти. Це допоможе знизити ризики недоброчесності при використанні таких інструментів, як ChatGPT. Важливо також роз'яснити можливі наслідки недоброчесності, визначити шляхи та методи використання ШІ та сформувати етичні норми в освітньому та науковому середовищі.

Важливо відзначити позитивний вплив розвитку ChatGPT та інших технологій ШІ на академічну доброчесність. Це проявляється у збільшенні уваги до проблеми запобігання академічному плагиату, проведенні відповідних досліджень та створенні програм, таких як AI Writing Check, GPTZero, CrossPlag та інші, які допомагають перевіряти тексти на наявність

плагіату. Таким чином, доречно спрямувати весь потенціал в конструктивному напрямку використання ІІ: розробка програмних продуктів для виявлення плагіату та запозичень; організація інформаційних заходів, що підкреслюють необхідність дотримання принципів доброчесності академічної; створення освітніх навчальних матеріалів, їх структурування та оформлення для підвищення мотивації студентів; здійснення пошуку інформаційних ресурсів для подальшого навчання; розробка контрольних завдань і вправ; використання в наукових дослідженнях ІІ для пошуку та узагальнення інформаційних джерел; проведення математичного та економетричного моделювання; обробка статистичних даних; оформлення результатів досліджень та популяризація наукових досягнень.

У результаті проведеного аналізу впливу ІІ на академічну доброчесність можна виділити кілька ключових аспектів, які підкреслюють наукову новизну та практичне значення цього дослідження.

Наукова новизна: Інтеграція технологій і етики: Дослідження виявило, що впровадження ІІ в освітній процес не лише трансформує способи навчання та дослідження, але й ставить нові етичні питання. Це є важливим внеском у літературу, оскільки раніше ці аспекти не були систематизовані в єдину концепцію.

Аналіз ризиків. Детально проаналізовано ризики, пов'язані з використанням ІІ, зокрема привласнення авторства. Це сприяє розширенню знань про те, як технології можуть впливати на поведінку студентів і викладачів, а також на загальний рівень академічної доброчесності. Визначення нових трендів – дослідження виявило нові тренди у використанні ІІ, зокрема, автоматизоване створення текстів, що викликає необхідність у розробці нових підходів до навчання та оцінювання. Визначено, що для ефективного використання ІІ в освіті необхідно створити чіткі етичні норми та правила. Це може стати основою для розробки нових навчальних програм, які включають етичні аспекти використання технологій.

Інструменти для виявлення плагіату. Результати дослідження можуть бути використані для створення нового програмного забезпечення, яке допомагатиме виявляти недоброчесні практики, пов'язані з використанням ІІ. Це важливо для підтримки довіри до академічних установ.

Навчання та підготовка. Необхідність підготовки викладачів і студентів до етичного використання ІІ є ще одним важливим аспектом. Розробка навчальних курсів, які охоплюють як технічні, так і етичні аспекти, допоможе знизити ризики недоброчесності. Важливо розробити комплексні стратегії для інтеграції ІІ в освітній процес, які враховують як технологічні, так і етичні аспекти.

Висновки. Результати дослідження показують необхідність балансу між використанням новітніх технологій та дотриманням етичних норм у навчальному процесі. Це є критично важливим для забезпечення академічної доброчесності в умовах сучасного світу, де технології швидко розвиваються і стають невід'ємною частиною освіти. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на впливі ІІ на академічну доброчесність для різних дисциплін, що дозволить більш детально зрозуміти специфіку ризиків.

Список літератури

1. Cullen C. Artificial Intelligence: Friend, Foe, or Neither? URL: <https://academicintegrity.org/resources/blog/110-2023/february-2023/422-artificial-intelligence-friend-foe-or-neither>.

2. ChatGPT – що це за технологія, її переваги та недоліки, подальші перспективи. URL: <https://www.itbox.ua/ua/blog/ChatGPT--scho-ce-za-tehnologiya-yiyi-perevagi-ta-nedoliki-podalshi-perspektivi/> (дата звернення: 07.10.2024).

3. ChatGPT: епоха нових загроз чи нових можливостей? : веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3672046-chatgpt-epohanovih-zagrozh-ci-novih-mozlivostej.html> (дата звернення: 07.10.2024).

ПРОБЛЕМАТИКА ПОБУДОВИ ІЄРАРХІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПЛАНУВАННЯ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Вступ. Вивчаючи поточні тенденції в авіаційній галузі можна прийти до висновків що невинне зростання інтенсивності авіаційного руху призводять до ускладнення управління повітряним простором. Дані тенденції вимагають проведення все більш різносторонніх досліджень для забезпечення рішень які будуть забезпечувати динамічні зміни які дозволяють швидко адаптувати управління під час збурень. Проводячи комплексний аналіз фахової літератури варто відмітити ієрархічний підхід до побудови структури управління авіацією який включає в себе кілька рівнів: від стратегічного планування та прогнозування до тактичної адаптації та оперативного управління польотом.

Постановка задачі. Базуючись на існуючих дослідженнях побудови ієрархічних структур управління авіацією важливою задачею в процесі планування польотом є розробка структури яка використовуючи існуючі дані і методи буде ефективною як тактичному плануванні польотами з врахуванням збурень [1] так і в оперативному що допоможе в реальному часі корегувати політ враховуючи різномірні збурення які можуть впливати на безпеку польоту. Сюди відноситься космічний аналіз погоди пов'язаний з впливом магнітних бур так і дослідження з сторони впливу глобального потепління [1] що може викликати додаткові ризики такі як шторми чи сильні вітри. Звідси і об'єкт дослідження – процеси побудови ієрархічної системи планування польотів. Предмет дослідження – існуючі методи і засоби та практичні рішення які впливають на прийняття рішень при плануванні польотами. Метою дослідження є побудова прототипу ієрархічної структури з використання практичних рішень в області тактичного і оперативного планування польотами.

Основний матеріал. Виходячи з постановки задачі на стратегічному рівні, де система займається прогнозуванням можливих збурень і плануванням маршруту важливим аспектом дослідження є вплив сонячних бур на навігаційні системи GNSS що відіграє ключову роль так, як моделювання космічної погоди дозволяє передбачити ризики, пов'язані з магнітними бурями, і своєчасно коригувати маршрути польоту, щоб мінімізувати їхній вплив.

Автори [1] досліджують вплив змін клімату на авіаційні маршрути, що також є важливим для стратегічного планування польотів. Зміни клімату можуть викликати нові ризики, такі як сильні вітри, або шторми, що потребують корекції траєкторій на етапі планування.

На тактичному рівні, де відбувається адаптація під час польоту [2], пропонує використовувати LQR-регулятори для стабілізації польоту в умовах збурень. Це дозволяє системі в реальному часі швидко реагувати на зміни, забезпечуючи безпечний політ навіть у несприятливих умовах.

Проте, такі регулятори потребують значних обчислювальних ресурсів, що може бути проблемою під час швидкої адаптації. Адаптивний фільтр Калмана для інтеграції GNSS і INS дозволяє компенсувати збурення, зберігаючи високу точність навігації, особливо в умовах, коли GNSS сигнал може бути нестабільним.

На оперативному рівні, де йде безпосереднє управління польотом в режимі реального часу, фокус спрямовується на вплив турбулентності на траєкторії польоту [1]. Варто зауважити, що турбулентність може суттєво вплинути на стабільність польоту, тому важливо мати системи, які можуть оперативно коригувати траєкторію для уникнення ризиків.

В даному разі також важливим є використання нейромережових підходів[3], які дозволяють швидко адаптувати управління під час збурень. Також варто зважати що нейромережі можуть навчатися на реальних даних і оперативно коригувати польоти, реагуючи на непередбачені обставини.

В дослідженні [4] також пропонують використовувати штучний інтелект для моделювання впливу турбулентності, що дозволяє оперативно коригувати маршрут польоту в режимі

реального часу, що допомагає зменшити ризики під час проходження через зони з високою турбулентністю або інші несприятливі умови.

Нарешті, на всіх рівнях важливу роль відіграє інтеграція даних з різних сенсорів, що забезпечує точніші дані для прийняття рішень. В праці [5] розглядаються багатосенсорні системи для навігації в умовах низької видимості. Інтеграція таких сенсорів дозволяє покращити точність навігації навіть в умовах, коли традиційні навігаційні засоби не можуть забезпечити необхідну точність.

Висновки. Розглядаючи останні дослідження в галузі стратегічного і тактичного планування польоту і факторів впливу можна прийти до наступних висновків. Кожна з розглянутих праць робить внесок у різні аспекти ієрархічної системи управління навігацією в умовах природних збурень, від стратегічного планування до оперативного управління польотом ПС та інтеграції сенсорів для покращення точності й надійності системи, а також підкреслює існуючі нагальні проблеми які потребують подальших досліджень. На основі запропонованих досліджень було розроблено прототип рішення яке буде використовуватись у інформаційній технології планування і побудови маршрутів польотів з можливістю зміни і корекції польоту в залежності від багатокритеріальних даних які будуть надходити від зовнішніх джерел погоди і впливу сонячної активності так і від сенсорів які в умовах обмеженої видимості можуть коректувати план польоту повітряного судна.

Список літератури

1. Smith I, Williams P.D., Schiemann. Clear-air turbulence trends over the North Atlantic in high-resolution climate models. *Climate Dynamics*. 2023. Vol 61. P. 3063-3079. URL: <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06694-x>
2. Zhang C., Zhang Y., Wei C. Onboard Trajectory Generation of Hypersonic Morphing Aircraft. *International Journal of Aerospace Engineering*. 2021. Vol. 2021. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/6683684>.
3. Ayala D., Ayala R, Vidal L. S., Hernandez I., Ruiz A. Neural Networks for Aircraft Trajectory Prediction: Answering Open Questions About Their Performance. *IEEE Access*. 2023. Vol 11. PP: 26593 – 26610. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3255404>
4. Route Planning of Intelligent Aircraft under Multiple Constraints / J. Liu et al. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 790. P. 012149. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/790/1/012149>
5. Liu W., Lu Y., Gao Y., Guo Y., Ren W., Zhu F., Wang F-Y. 2023. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБЛИЧЧЯ НА ОСНОВІ СТЕРЕОЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ БІОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ

Вступ. У сучасному світі безпеки біометричні системи стали невід'ємною частиною технологій, що використовуються для ідентифікації особистості. Серед різноманітних біометричних даних, зображення обличчя займають особливе місце завдяки своїй простоті використання та швидкості ідентифікації. Завдяки широкій доступності камер і смартфонів, технології розпізнавання обличчя стали більш поширеними в повсякденному житті. Проте традиційні 2D-методи виявляються недостатньо надійними через їхню чутливість до умов освітлення, кута зйомки та інших зовнішніх факторів. У зв'язку з цим, з метою подолання цих обмежень, активно досліджуються методи, що базуються на стереозображеннях. Цей підхід дозволяє створювати тривимірні моделі обличчя, які суттєво підвищують точність і надійність біометричної ідентифікації за допомогою новітніх алгоритмів реконструкції [1].

Постановка задачі. З розвитком технологій безпеки та зростанням потреб у точних і надійних системах ідентифікації, реконструкція обличчя на основі стереозображень стає надзвичайно актуальною. Цей метод не лише підвищує точність ідентифікації, а й забезпечує стабільність у складних умовах, таких як погане освітлення або зміна кута зйомки. Об'єктом дослідження є тривимірне моделювання обличчя для біометричних систем, а предметом дослідження – алгоритми та методи реконструкції обличчя на основі стереозображень. Мета полягає в тому, щоб проаналізувати ефективність цих алгоритмів і виявити їхній потенціал для підвищення точності біометричної ідентифікації.

Основний матеріал. Алгоритми реконструкції обличчя на основі стереозображень є ключовими в розробці сучасних біометричних систем. Вони базуються на аналізі двох або більше зображень, отриманих з різних ракурсів, що дозволяє створити тривимірну модель обличчя [2]. Цей підхід відрізняється від традиційних 2D-методів, які часто виявляються недостатньо надійними через їх чутливість до умов освітлення, змін у позі та куту зйомки.

Стереозображення дозволяють отримати глибину кожної точки на обличчі, що є важливим для підвищення точності ідентифікації. Щоб побудувати тривимірну модель, необхідно спочатку ідентифікувати відповідні точки на різних зображеннях. Цей процес може бути реалізований за допомогою кількох методів.

Один із найбільш поширених методів – триангуляція. Триангуляція дозволяє обчислити просторові координати точок, використовуючи дві проекції. Коли система отримує два зображення обличчя з різних ракурсів, вона може визначити, де розташовані відповідні точки в тривимірному просторі. Цей метод забезпечує достатню точність для багатьох завдань біометричної ідентифікації, проте його ефективність залежить від якості вхідних зображень. Наприклад, низька роздільна здатність або проблеми з освітленням можуть призвести до значних помилок у реконструкції.

Альтернативним підходом є використання кореляційних методів, які передбачають пошук схожих ділянок на двох зображеннях. Цей метод дозволяє не лише обчислити глибину, а й підтвердити відповідність точок між різними зображеннями. Проте, як і у випадку з триангуляцією, кореляційні методи можуть бути чутливими до змін освітлення або кута зйомки, що може знижувати точність і надійність ідентифікації [3].

У останні роки в галузі реконструкції обличчя активно застосовуються алгоритми на основі глибинних нейронних мереж. Ці мережі навчаються на великих наборах даних, що дозволяє їм не лише покращити точність реконструкції, але й зменшити вплив зовнішніх факторів. Глибинні нейронні мережі можуть автоматично адаптуватися до різних умов, таких як зміна освітлення, відстань до об'єкта, а також варіації в позах. Це робить їх особливо ефективними для використання в біометричних системах.

Одним із прикладів використання глибинних нейронних мереж є методи, які ґрунтуються на архітектурах Convolutional Neural Networks. Ці нейронні мережі здатні автоматично витягувати ознаки з зображень, що знижує потребу в ручному налаштуванні параметрів. Залежно від архітектури мережі, результати можуть варіюватися, однак загалом вони демонструють високу точність в задачах розпізнавання облич.

Крім того, у сучасних дослідженнях активно вивчаються комбіновані підходи, які поєднують традиційні методи з новітніми технологіями на основі машинного навчання. Наприклад, поєднання триангуляції з алгоритмами глибинного навчання може забезпечити додаткові переваги, підвищуючи точність та швидкість реконструкції. Такі комбінації дозволяють системам адаптуватися до умов навколишнього середовища, забезпечуючи стійкість до змін у освітленні або ракурсі зйомки.

Методи реконструкції обличчя на основі стереозображень значно підвищують точність і надійність біометричних систем. Вони забезпечують стійкість до зовнішніх факторів, що є важливим для використання таких систем у практиці. Завдяки використанню новітніх алгоритмів, таких як триангуляція та нейронні мережі, стає можливим досягнення високої точності навіть у важких умовах. Подальші дослідження в цій області обіцяють нові досягнення в біометричних системах і можуть суттєво вплинути на безпеку в різних сферах, включаючи фінансові послуги, охорону здоров'я та правоохоронні органи.

Таким чином, технології, засновані на стереозображеннях, відкривають нові горизонти для біометричної ідентифікації, підвищуючи її ефективність та надійність. Оскільки суспільство продовжує залежати від технологій для забезпечення безпеки та ідентифікації особистості, подальші дослідження та вдосконалення цих методів залишаються критично важливими.

Висновки. Методи реконструкції обличчя на основі стереозображень суттєво підвищують точність і надійність біометричних систем. Вони забезпечують стійкість до зовнішніх факторів, що є важливим для використання таких систем у практиці. Використання глибинних нейронних мереж відкриває нові можливості для вдосконалення технологій ідентифікації, що може суттєво вплинути на безпеку в різних сферах, таких як фінансові послуги, охорона здоров'я та правоохоронні органи. Подальші дослідження в цій галузі можуть призвести до значних досягнень у сфері безпеки та ідентифікації особистості, що робить їх надзвичайно актуальними.

Список літератури

1. Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio and P. Haffner, Gradient-based learning applied to document recognition, in *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 11, pp. 2278-23243.
2. T. Cootes, C. Taylor, D. Cooper, J. Graham. Active Shape Models – their training and application. *Computer Vision and Image Understanding*, Volume 61, Issue 1, January 1995. pp.38-59.
3. D. G. Lowe. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. *International Journal of Computer Vision*, Volume 60, Issue 2, November 2004. pp. 91-110.

Бадзь В.М.

аспірант 3 року навчання, каф. АСУ, ІКНІ, НУЛП

Науковий керівник д.т.н., професор Теслюк В.М., каф. АСУ, ІКНІ, НУЛП

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА АНГЛОМОВНИХ ТЕКСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Вступ. У цифрову епоху, коли величезна кількість текстового контенту створюється та поширюється в Інтернеті, потреба у надійних методах визначення авторства стає дедалі важливішою. Ідентифікація автора тексту є не лише критично важливою для збереження інтелектуальної власності, але також відіграє значну роль у таких сферах, як кібербезпека, академічна доброчесність та цифрове видавництво. Традиційні підходи до атрибуції авторства часто залежать від ручного виділення ознак, що може бути трудомістким та обмеженим в точності при роботі з великими та складними наборами даних. З розвитком штучного інтелекту зросла популярність згорткових нейронних мереж (CNNs, Convolutional Neural Networks) —

виду глибинного навчання — завдяки їх ефективності у різних задачах розпізнавання патернів, особливо в класифікації зображень. Використовуючи здатність CNNs автоматично виявляти складні закономірності в даних, цей підхід має потенціал зробити ефективнішим процес атрибуції авторства, пропонуючи вищу точність та масштабованість у порівнянні з традиційними методами. Це дослідження розглядає розробку та впровадження моделі на основі CNNs для визначення авторства англomовних текстів. У роботі підкреслюються методологічні досягнення CNNs у захопленні стилістичних відмінностей різних авторів та демонструється, як ці моделі перевершують традиційні техніки у завданнях, що вимагають аналізу великих корпусів та багатокласової класифікації. Крім того, у статті обговорюються практичні застосування цієї технології в різних сферах.

Постановка задачі. У світі сучасних технологій, де інформація зберігається онлайн, а різні засоби оцифрування паперових ресурсів набувають популярності, проблема втрати даних про автора створеного тексту стає все актуальнішою. Тому сучасні підходи до використання штучних нейронних мереж, які демонструють ефективність у різних сферах застосування, для розпізнавання авторських стилів і визначення авторства тексту все більше знаходять своє застосування і розвиток у цій предметній області. Використання згорткових нейронних мереж для задач розпізнавання та класифікації зображень показує високу ефективність порівняно з іншими підходами [1, 2, 3, 4]. Таким чином, виникла ідея використати згорткові нейронні мережі для вирішення проблеми визначення авторства текстів.

Об'єктом дослідження є процес визначення авторства англomовних текстів із використанням CNNs. Предмет дослідження — моделі автоматизації процесу атрибуції авторства за допомогою згорткових нейронних мереж. Актуальність досліджень атрибуції авторства на основі CNNs виходить далеко за межі лінгвістики та літератури і охоплює такі сфери, як кібербезпека, правоохоронна діяльність, академічна доброчесність та цифрове видавництво. Зі зростанням значущості цифрового контенту потреба в надійних методах атрибуції авторства стає все нагальнішою, і CNNs знаходяться на вершині цього розвитку. Наукова новизна підходу на основі CNNs полягає у використанні потужної архітектури глибокого навчання для автоматичного виявлення складних стилістичних шаблонів, адаптивності до великих наборів даних і складних текстів, а також у потенціалі розширити атрибуцію авторства на інші області, такі як виявлення міжмовного плагіату, кібербезпека та правоохоронна діяльність. Це представляє значний крок вперед порівняно з традиційними методами, що базуються на ручному виділенні ознак та обмежених наборах даних.

Основний матеріал. Методи та матеріали, що використовуються для визначення авторства англomовних текстів на основі згорткових нейронних мереж, включають кілька ключових етапів, таких як підготовка даних, архітектура моделі, навчання та оцінка. Модель для визначення авторства тексту на основі згорткових нейронних мереж є сучасним підходом у галузі обробки природної мови. Цей метод використовує потужні можливості CNNs для захоплення та аналізу локальних патернів у текстових даних, що може бути корисним для виявлення стилю автора. Основні етапи та компоненти такої моделі включають: підготовку даних, векторизацію тексту, архітектуру згорткової нейронної мережі, навчання та оцінку моделі, налаштування й оптимізацію моделі (спрощена діаграма компонентів моделі представлена на рисунку 1). На етапі підготовки даних необхідно зібрати корпус текстів різних авторів (це можуть бути статті, книги, блоги чи інші типи текстів); після цього тексти аналізуються та очищаються: видалення зайвих символів, видалення стоп-слів, токенизація тексту, зведення всього тексту до нижнього регістру; потім тексти діляться на навчальну та тестову вибірки для перевірки якості моделі. Другий етап: використання методів векторизації для перетворення слів у вектори; побудова послідовностей векторів — перетворення тексту в послідовності векторів, що представляють кожне слово. Третій етап: розробка архітектури CNN. Вхідний шар приймає послідовність векторів. Згорткові шари використовують фільтри для виявлення локальних патернів у тексті; декілька згорткових шарів можуть застосовуватися для глибшого аналізу. Щільні шари відповідають за об'єднання ознак, виділених згортковими шарами, та прийняття фінального рішення. Вихідний шар: зазвичай softmax для багатокласової класифікації — визначення автора з набору можливих авторів. Для реалізації моделі CNN

використовується Python через його широкі бібліотеки для машинного навчання та обробки природної мови. TensorFlow надає високорівневий API для побудови та навчання моделей CNN. NLTK є корисним для попередньої обробки і токенизації тексту. Scikit-learn використовується для оцінки метрик моделі, таких як точність, повнота, F1-міра та матриця змішування.

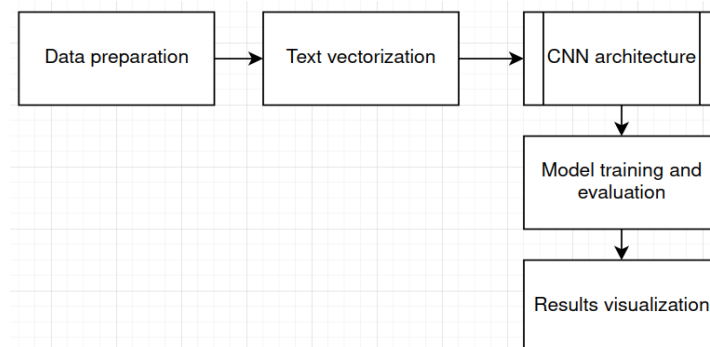


Рисунок 1 – Компоненти моделі

Результати дослідження щодо використання підходу на основі CNNs для визначення авторства англomовних текстів показали як точність, так і практичну цінність. CNNs ефективно захоплюють стилістичні нюанси за допомогою згорткових фільтрів, які чудово розпізнають n-грами (послідовності слів), унікальні для певних авторів. Це дає змогу покращити атрибуцію в довгих текстах, таких як статті, есе та романи. Створена модель на основі CNN добре працює в умовах багатокласової класифікації, де є багато можливих авторів, досягаючи вищої точності порівняно з традиційними методами. На відміну від традиційних методів, що потребують ручного виділення ознак, CNNs автоматично навчаються та виділяють релевантні ознаки з необробленого тексту, що забезпечує більш узагальнені та масштабовані моделі. Підхід на основі CNNs для визначення авторства вимагає поєднання добре підготовлених наборів даних, архітектури глибокого навчання та ретельних методів оцінки. Використовуючи здатність CNNs виявляти шаблони, цей метод дозволяє досягати точнішої атрибуції авторства, особливо у великих і складних корпусах. Модель на основі CNN демонструє значне поліпшення точності порівняно з традиційними методами визначення авторства. Дослідження показало, що підхід на основі CNN, завдяки своїй здатності виявляти локальні патерни в текстових даних, є особливо ефективним в умовах багатокласової класифікації, коли розглядається багато можливих авторів. Модель CNN досягла показника точності близько 90% (один з прикладів результатів моделювання представлений на рисунку 2) при ідентифікації авторів з набору можливих кандидатів, що перевершує точність, яку зазвичай досягають класичні методи, такі як наївний баєсівський класифікатор або метод опорних векторів (SVM), де вона часто становить 70–85% залежно від розміру та складності набору даних. Згорткові шари в CNN відмінно виявляють n-грами (послідовності з 3-5 слів), що є унікальними для стилю написання автора. Ця здатність допомогла моделі ефективно розрізняти стилі написання на основі тонких патернів у вживанні слів, структурі речень і синтаксисі. Модель змогла автоматично навчитися цим патернам без ручного виділення ознак, що підвищило її адаптивність та ефективність для різних жанрів тексту.

Author Group	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
Author A	0.92	0.91	0.93	0.92
Author B	0.89	0.88	0.90	0.89
Author C	0.87	0.86	0.88	0.87
Author D	0.90	0.89	0.91	0.90
Overall	0.90	0.89	0.91	0.90

Рисунок 2 – Результати моделювання

CNNs виявилися особливо ефективними в аналізі довгих текстів, таких як есе, статті та романи. Це відрізняється від традиційних підходів, які, як правило, втрачають точність при збільшенні довжини тексту через обмеження в процесі виділення ознак. У дослідженні модель тестувалася на текстах обсягом від 500 до 5000 слів і зберігала свою ефективність для різних розмірів даних. Створену модель на основі CNN можна використовувати для виявлення плагіату шляхом перевірки відповідності стилю написання тексту заявленому автору. Це має особливу цінність для академічних і освітніх установ, де інструменти для виявлення плагіату можуть бути покращені завдяки здатності CNN розрізняти тонкі стилістичні особливості. У сфері кібербезпеки та правоохоронної діяльності CNNs можуть використовуватися для атрибуції авторства анонімних текстів, таких як повідомлення, пости або листи з погрозами в мережі Інтернет. Це допомагає у кримінальних розслідуваннях і цифровій криміналістиці, пов'язуючи анонімні повідомлення з відомими особами на основі їхнього стилю написання. CNNs також мають практичну цінність у літературних дослідженнях для вирішення суперечок щодо авторства історичних текстів. Вони можуть допомогти в ідентифікації справжнього походження онлайн-новинних статей, розрізняючи справжні новини і фейкові, аналізуючи стиль написання автора.

Висновки. Розроблено і реалізовано модель для визначення авторства англomовних текстів із використанням згорткових нейронних мереж, наведено основні елементи моделі та їх характерні особливості. Проведено аналіз запропонованого підходу та визначено основні переваги й недоліки. Модель для визначення авторства текстів на основі згорткових нейронних мереж є потужним інструментом у сучасній сфері обробки природної мови, здатним виявляти тонкі стилістичні особливості авторів у текстах. За умови правильної підготовки даних та налаштування моделі CNNs можуть значно перевершувати традиційні методи аналізу тексту у задачах атрибуції авторства. CNNs пропонують ефективний інструмент для атрибуції авторства завдяки здатності виділяти й розпізнавати складні шаблони в текстах. Однак вони потребують добре структурованого та досить великого набору даних для навчання.

Список літератури

1. Mohdsana Dzakhirizvi (2024). Image Classification Using CNN. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/02/learn-image-classification-cnn-convolutional-neural-networks-3-datasets/>
2. Mahbub Hussain, Jordan J. Bird & Diego R. Faria (2018). A Study on CNN Transfer Learning for Image Classification. *Advances in Computational Intelligence Systems*, pp 191–202. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-97982-3_16
3. Convolutional Neural Networks for Authorship Attribution of Short Texts (2017). *Proceedings of the 15th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Volume 2, Short Papers*, pp 669–674. <https://doi.org/10.18653/v1/E17-2106>
4. Purwono Purwono, Alfian Ma'arif, Wahyu Rahmانيar, Haris Imam Karim Fathurrahman, Aufaclav Zatu Kusuma Frisky, Qazi Mazhar ul Haq (2023). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN): A Review. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v2i4.888>

АРХІТЕКТУРА КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖУВАННЯ І АНАЛІЗУ ВИКИДІВ ВУГЛЕЦЮ (CO₂) У АТМОСФЕРУ

Вступ. Актуальність відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) у атмосферу стрімко зростає через глобальні екологічні, соціальні та економічні виклики, пов'язані з кліматичними змінами. Викиди вуглекислого газу є одним із головних чинників глобального потепління, яке викликає зміни клімату. Підвищення температури планети призводить до катастрофічних наслідків, таких як екстремальні погодні умови (повені, посухи, урагани), танення льодовиків і підвищення рівня моря. Відстежування та аналіз викидів CO₂ допомагають ідентифікувати джерела надмірних викидів та вжити заходів для їх скорочення. Відстежування викидів CO₂ дозволяє підприємствам краще управляти своїми витратами, впроваджувати "зелені" технології та уникати фінансових санкцій за надмірні викиди. Відстежування викидів вуглецю допомагає країнам і організаціям досягати цілей сталого розвитку (SDG), зокрема 13-ї цілі ООН щодо боротьби зі змінами клімату [1-3].

Отже, актуальність відстежування та аналізу викидів вуглецю (CO₂) обумовлена необхідністю протидії глобальним змінам клімату, виконанням міжнародних кліматичних зобов'язань, забезпеченням сталого економічного розвитку та захистом здоров'я і добробуту людей. Ефективний моніторинг викидів CO₂ дає змогу вчасно впроваджувати необхідні заходи для зменшення впливу на довкілля та досягнення вуглецевої нейтральності. Тому задача розроблення кіберфізичної системи відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) у атмосферу є актуальною та важливою.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) у атмосферу. Предмет дослідження – кіберфізична система відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) у атмосферу. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) у атмосферу за допомогою кіберфізичної системи.

Основний матеріал. Впровадження систем відстежування CO₂ стимулює розвиток нових технологій, таких як відновлювана енергетика, системи зберігання енергії та технології уловлювання і зберігання вуглецю. Ці технології спрямовані на зменшення вуглецевого сліду та сприяють досягненню вуглецевої нейтральності.

Кіберфізична система (КФС) відстежування і аналізу викидів вуглецю (CO₂) в атмосферу – це інтегрована система, яка поєднує фізичні компоненти (датчики, камери, пристрої збору даних) з цифровими технологіями (аналітичні алгоритми, штучний інтелект, хмарні обчислення). Вона призначена для точного моніторингу викидів парникових газів, аналізу даних в режимі реального часу та надання рекомендацій для скорочення викидів.

Архітектура кіберфізичної системи для моніторингу CO₂:

1) фізичний рівень (збір даних) – на фізичному рівні відбувається збір даних про викиди CO₂ через різноманітні датчики та пристрої, встановлені на джерелах викидів або в навколишньому середовищі:

- сенсори CO₂, призначені для безпосереднього вимірювання концентрації вуглецю у повітрі; встановлюються на заводах, транспортних системах та в будівлях;
- метеорологічні сенсори, призначені для вимірювання параметрів навколишнього середовища, такі як температура, тиск, вологість, які можуть впливати на поширення викидів;
- супутники та дрони використовуються для моніторингу великих територій та аналізу загальної концентрації CO₂ в атмосфері на регіональному або глобальному рівні;

2) локальна обробка даних:

- Інтернет речей (IoT) – мережа сенсорів і пристроїв, яка забезпечує передачу даних в режимі реального часу на локальні контролери або шлюзи для початкової обробки;

- локальні сервери та контролери – на цьому рівні дані від сенсорів зчитуються і фільтруються, щоб визначити ключові показники (наприклад, надмірні викиди CO₂ в певних зонах);

3) мережевий рівень (зв'язок і передача даних):

- бездротові мережі використовуються для передачі даних від сенсорів до центральної системи (Wi-Fi, 5G, LoRaWAN або інші технології);

- шлюзи та IoT-платформи забезпечують інтеграцію різних сенсорних систем і передачу даних на центральні або хмарні сервери для глибшого аналізу;

4) хмарний рівень (обчислювальна потужність і зберігання даних) – на хмарному рівні обробляються величезні масиви даних з різних джерел:

- великі дані та аналітичні платформи застосовуються для аналізу даних у великих масштабах, забезпечуючи прогнозування викидів, виявлення аномалій та розуміння довгострокових тенденцій;

- алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту допомагають автоматизувати аналіз даних та надавати рекомендації щодо оптимізації роботи підприємств або транспортних систем для зниження викидів CO₂;

- моделі прогнозування використовуються для оцінки можливого впливу певних політик або заходів зі зниження викидів, що допомагає в управлінні стратегіями декарбонізації;

5) інтерфейс користувача і прийняття рішень:

- панелі моніторингу та візуалізації – інтерактивні інтерфейси, через які оператори або менеджери отримують дані про викиди, порівняння з попередніми періодами та рекомендації щодо покращення ситуації;

- прийняття рішень у реальному часі – на основі аналізу система може автоматично пропонувати зміни для зменшення викидів, наприклад, змінювати роботу обладнання або перерозподіляти ресурси.

6) автоматизоване управління:

- контроль викидів – система автоматично регулює параметри виробничих процесів, транспортних засобів або енергетичних систем для зниження викидів CO₂ на основі даних, отриманих від сенсорів і аналітичних моделей;

- інтеграція з іншими системами – КФС може бути інтегрована з енергетичними мережами, системами відновлюваної енергії або інфраструктурою розумних міст для забезпечення максимальної ефективності в управлінні викидами.

Переваги кіберфізичної системи моніторингу CO₂: точність і реальність, прогнозування і адаптація, глобальне охоплення, економічна вигода, екологічні переваги.

Виклики кіберфізичної системи: кібербезпека, інтеграція з існуючими інфраструктурами, вартість впровадження.

Висновки. Отже, було розроблено концепцію кіберфізичної системи моніторингу та аналізу викидів вуглецю CO₂, яка є критично важливою для забезпечення сталого розвитку, боротьби зі змінами клімату та зменшення екологічних ризиків. Вона дозволяє автоматизувати контроль за викидами, підвищити ефективність промислових і транспортних процесів та досягати цілей з декарбонізації на глобальному рівні.

Список літератури

1. Y. Wang, J. Li, D. Qu and X. Wang, “Low-carbon economic operation strategy for a multi-microgrid system considering internal carbon pricing and emission monitoring”, *J. Process Control*, vol. 143, p. 103313, November 2024.

2. L. F. Ilustre, Y. C. Mortos, J. Enriquez, J. Mindoro and M. A. Malbog, “See Carbon: Real-time IoT Monitoring System for Motorcycle Vehicle Carbon Emissions”, *E3S Web Conf.*, vol. 488, p. 03014, 2024.

3. W. Yan et al., “Real-Time Carbon Emission Monitoring System for Coal-Fired Power Plants”, in *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Singapore: Springer Nature Singap., 2024, p. 456–462.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ, АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ СИСТЕМ

Вступ. У сучасному світі темпи розвитку інноваційних рішень є надзвичайно високими. Це, в свою чергу, піднімає на новий рівень вимоги до якості цифрових розробок та швидкості виведення нових розробок на світові ринки. Відповідно, процеси тестування необхідно здійснювати за найкоротші терміни, що виводить технології автоматизованого тестування на передові позиції під час розробки та впровадження новинок. Це стосується не лише програмного забезпечення, але й апаратних систем та їх інтеграції в програмно-апаратні комплекси. Високий темп змін у технологіях, складність і різноманітність сучасних систем створюють нові вимоги до тестування. Традиційні методи тестування, зокрема ручне тестування, вже не здатні ефективно справлятися з цими викликами, що зумовлює необхідність впровадження автоматизованих підходів. Автоматизоване тестування є невід'ємною частиною сучасного процесу розробки програмного забезпечення та апаратних систем. Його основною метою є забезпечити високу ефективність перевірки якості продукту, зменшити ймовірність помилок у коді чи апаратній частині, а також знижувати час на виконання тестових сценаріїв. Тому проведення аналітичного огляду технологій, методів та алгоритмів автоматизованого тестування програмних, апаратних та програмно-апаратних систем є актуальною задачею [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – технології проектування та розробки цифрових систем. Предмет дослідження – методи та алгоритми автоматизованого тестування програмних, апаратних та програмно-апаратних систем. Метою даного дослідження є аналіз та виділення основних переваг та недоліків використання технологій автоматизованого тестування в процесі реалізації програмних, апаратних та програмно-апаратних систем. Отримані в результаті дослідження дані можуть бути використані при для оптимізації процесів тестування та оптимізації параметрів програмних, апаратних та програмно-апаратних систем.

Основний матеріал. Тестування програмних та апаратних систем має різні підходи до визначення набору характерних ознак, критеріїв оцінки та досліджуваних ознак. Це пов'язано з особливостями функціонування та технологій реалізації даних систем. Складність тестування програмно-апаратних в більшій мірі ґрунтується на необхідності проведення тестування як окремих її складових так і аналізу процесів їх взаємодії. Тому, саме остання група аналізованих систем у більшій мірі використовує автоматизоване тестування для зменшення часових затрат на даний етап розробки.

В епоху розвитку технологій програмного забезпечення автоматизація тестування стала обов'язковою умовою для забезпечення швидкого випуску нових версій продуктів з мінімальною кількістю помилок. Ручне тестування, хоча й дає точні результати, є надзвичайно трудомістким, часозатратним та схильним до людських помилок. У разі великих та складних програмних систем традиційні методи тестування значно уповільнюють процес розробки та випуску продуктів. Ось чому автоматизація тестування програмного забезпечення є необхідною для досягнення високої швидкості розробки без втрати якості. Технології автоматизованого тестування програмного забезпечення, такі як Selenium, JUnit, TestNG, PyTest, дають змогу створювати автоматизовані тести для різних рівнів тестування (юніт-тестування, інтеграційне тестування, функціональне тестування, навантажувальні та стрес-тести), що дозволяє швидко виявляти помилки, знижуючи тим самим вартість виправлення дефектів. Особливістю автоматизованого тестування програмного забезпечення є можливість проведення тестів на різних платформах одночасно, що дозволяє мінімізувати витрати часу на перевірку сумісності програми з різними операційними системами та версіями браузерів.

Апаратні системи потребують тестування не лише з точки зору їх функціональності, але й з точки зору надійності, стабільності, енергоефективності, витривалості до екстремальних умов експлуатації. У цьому контексті автоматизація тестування є надзвичайно важливою, оскільки дозволяє значно знизити витрати часу та ресурсів на проведення фізичних тестів. Особливо

важливим є застосування автоматизації при тестуванні великих обсягів даних, високої складності схем, численних параметрів, що потребують одночасної перевірки. Для тестування апаратних систем активно використовуються інструменти типу LabVIEW, TestStand, які дозволяють автоматизувати не лише перевірку працездатності електронних компонентів, але й проводити складні вимірювання та перевірки в умовах реального часу. Одним із основних викликів в автоматизованому тестуванні апаратних систем є необхідність врахування фізичних характеристик обладнання, що важко моделюються за допомогою програмних середовищ, наприклад температура, електромагнітні поля, навантаження тощо. Тому, часто використовуються симулятори та емулятори, що дозволяють знижувати витрати на тестування в реальних умовах, проте їх використання також не позбавлене обмежень.

Програмно-апаратні комплекси стають все більш поширеними у світі новітніх технологій, таких як інтернет речей (IoT), автономні транспортні засоби, медичні пристрої, промислові автоматизовані системи тощо. Ці системи складаються з обох компонентів: програмного забезпечення та апаратного забезпечення, що потребує унікальних підходів та технологій тестування таких комплексів. Автоматизація тестування програмно-апаратних систем стає ще більш складною задачею, оскільки необхідно враховувати як програмну, так і апаратну частини системи. У цьому контексті важливо мати можливість не лише перевіряти функціональність програмного забезпечення, але й перевіряти коректність взаємодії між програмним та апаратним забезпеченням. Для цього використовуються інтеграційні середовища та спеціалізовані інтерфейси, які дозволяють здійснювати спільні тести для обох компонентів. Завдяки автоматизації можна значно зменшити час, необхідний для інтеграції та тестування нових компонентів, а також швидше виявляти проблеми на ранніх етапах розробки.

Автоматизоване тестування, незважаючи на свої численні переваги, стикається з кількома суттєвими проблемами та викликами. Однією з основних проблем для використання засобів автоматизованого тестування є проблема вибору відповідних інструментів та технологій тестування. На сьогоднішній день, існує велика кількість платформ та інструментів, при цьому відсутня загальна стандартизація, а отже більшість систем потребують специфічних рішень. В процесі тестування апаратних систем виникає проблема інтеграції з фізичними пристроями, оскільки деякі параметри роботи апаратних елементів важко змоделювати за допомогою програмних засобів. Автоматизоване тестування програмно-апаратних систем вимагає перевірки не лише функціональності програмного забезпечення, але й правильності взаємодії між апаратними і програмними компонентами, що додає ще один рівень складності. Окрім цього, важливою проблемою є забезпечення масштабованості тестів, підтримки їх у актуальному стані, підбір відповідних математичних моделей та ситуацій. Особливо це є актуальним для великих і складних системах, які постійно модифікуються та отримують нові елементи. Автоматизація тестування значно підвищує ефективність та знижує витрати в довгостроковій перспективі, початкові витрати на налаштування інструментів, розробку тестів і навчання персоналу можуть бути суттєвими, що вимагає ретельного планування.

Висновки. Автоматизоване тестування є важливим елементом сучасного процесу розробки як програмного забезпечення, апаратних та програмно-апаратних систем. Воно дозволяє значно підвищити ефективність тестування, зменшити витрати часу і ресурсів, а також забезпечити високу якість кінцевого продукту. Проте автоматизація тестування стикається з певними проблемами та викликами, зокрема з вибором інструментів, інтеграцією різних компонентів, складністю тестування апаратних систем та масштабованістю. Рішення цих проблем потребує глибоких досліджень, постійного вдосконалення методик тестування та розвитку нових технологій.

Список літератури

1. Umar M. A., Zhanfang Ch. "A Study of Automated Software Testing: Automation Tools and Frameworks" *International Journal of Computer Science Engineering (IJCSE)*, Vol. 8 No.06 Nov-Dec 2019, pp.217-225. DOI:10.5281/zenodo.3924795

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТОРГОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Вступ. Ефективність системи управління будь-якою організацією визначається якістю інформації, яка опрацьовується. У межах бізнес-організації документ та інформація, яку він забезпечує, зазвичай, є активом компанії. Різноманітність документів, їх цілей та низка вимог до управління цими документами призводить до іншого розуміння мети управління. Низький рівень інформаційної безпеки та стоси паперу на робочих столах призводять до того, що компанія втрачає важливі документи, цінні дані та час. Поява комп'ютерних технологій дозволяє автоматизувати більшість рутинних процесів, що суттєво впливає на характер роботи працівників. Зміна бізнес-процесів із використанням комп'ютерних технологій також відбивається на якості діяльності цілого підприємства.

Інформаційні системи призначені для збору, опрацювання та передах інформації, що представлена певним набором даних. Формування звітності відіграє ключову роль для оцінки діяльності організації. Електронні системи документообігу сприяють покращенню якості комунікації між підрозділами компанії, зменшують її трудомісткість. Таким чином, автоматизація бізнес-процесів, пов'язаних з документообігом, дозволяє прискорити процес обробки даних, зменшити трудові, часові та фінансові витрати й створити прозору та безпечну систему зберігання та обліку даних [1]. В той же час система електронного документообігу дозволяє централізовано відстежувати хід процесів із документами на всіх його етапах, аналізувати та систематизувати результати роботи, виявляти проблеми та вживати відповідні заходи щодо вдосконалення системи управління.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – бізнес-процеси підприємства. Предмет дослідження – засоби удосконалення автоматизації бізнес-процесів торгових підприємств. Метою дослідження виступає розробка моделі підвищення автоматизації інформаційних процесів торгового підприємства на основі електронних систем документообігу. Такий підхід вимагає виявлення залежності між бізнес-процесами підприємства, їх поведінки, та функціональності, що включає візуалізацію, опис і моделювання всіх стадій діяльності.

Основний матеріал. Для ефективної роботи організації важливо приділяти достатньо уваги створенню комфортних умов праці для персоналу. Автоматизація процесів створення, затвердження, реєстрації та контролю виконання, розсилки, пошуку документів дозволить підвищити якість та оперативність роботи з документами. Документи складаються автоматично, відповідно до внутрішнього регламенту організації, цей підхід мінімізує ймовірність допущення помилки. При цій організації підвищується якість управлінської діяльності загалом, що, у свою чергу, позитивно впливає на умови праці персоналу.

Для отримання показників, які дозволяють оцінити ефект від використання систем електронного документообігу, доцільним є проведення оцінки економічної ефективності від їх впровадження. Однією з найпоширеніших методик оцінки економічної ефективності є методика збалансованих показників (BSC або Balanced Scorecard), що уможливорює оцінити: фінансові показники, відносини із клієнтами (внутрішніми та зовнішніми), показники внутрішніх бізнес-процесів, діяльність персоналу та організаційний розвиток [1].

Сьогодні ринок інформаційних технологій пропонує велику кількість систем електронного документообігу відповідно до специфіки діяльності організацій. Проаналізуємо нижче найпоширеніші із них.

Sales Creatio – програмний засіб автоматизації та пришвидшення процесів здійснення повного циклу продаж. Такий продукт включає конфігурації, що забезпечують керування сервісом, системою маркетингу та бізнес-процесами [5]. В той же час на ринку типових платформ присутні доповнення, шаблони та галузеві рішення для розширення можливостей платформи Sales Creatio та автоматизації бізнес-задач.

SalesDrive – CRM (Customer Relationship Management) – система управління взаємодією із клієнтами, що містить календар, мікроблоги, завдання, месенджер, фотогалереї, CRM, бізнес-процеси, файлоховище, екстранет, профайли, облік робочого часу та звіти [6]. Інтегрована із різними системами, зокрема, укрпоштою, новою поштою, Facebook, Instagram, Telegram, Viber, email, монобанк, приватбанк, PPO, Prom, Rozetka, Meest.

Microsoft Dynamics CRM – це пакет програмного забезпечення з майкрософтським інтерфейсом користувача, призначений для управління взаємовідносинами клієнтів. Доступна можливість повної інтеграції із різними додатками та платформою Microsoft [2]. Містить механізми управління бізнес-процесами, продажами, маркетингом, сервісом. Достіп клієнтів до Dynamics CRM забезпечується через браузер, клієнтський модуль до Microsoft Outlook, планшети або мобільні пристрої.

Keeping CRM – онлайн система керування проходами для середнього та малого бізнесу із зрозумілим та зручним інтерфейсом користувача із гнучкими та адаптивними інструментами для автоматизації бізнес-процесів торгового підприємства. Інтегрована з різними додатками та сервісами, забезпечує автоматизацію повного циклу здійснення продаж [4].

CRM Мегаплан – онлайн сервіс для управління співробітниками компанії та задачами, які вони виконують, забезпечує автоматизацію процесів роботи із клієнтами, формування угод. Додаток забезпечує інтеграцію із поштовими системами, містить вбудовану телефонію [3].

SugarCRM – комерційна система із відкритим програмним кодом, яка уможливує управління продажами торгового підприємства на основі досить зручного, гнучкого та інтуїтивного користувацького інтерфейсу, адаптивного під потреби сучасного бізнесу [7]. Зазначений сервіс може працювати у вигляді веб-додатку або інсталюваної програми.

Worksection – українська он-лайн платформа, призначена для здійснення проектного менеджменту [1]. Графічний інтерфейс користувача досить зручний та зрозумілий що дозволяє швидко його освоєння користувачу без технічної освіти. Зазначений сервіс забезпечує багатозадачність у веденні проектів та комунікації між клієнтами.

Creatio – сучасна хмарна система автоматизації системи продажів для малого та середнього бізнесу. Платформа уможливує налаштування різних бізнес-процесів без обмеженої можливості кастомізації.

Висновки. Впровадження електронних систем документообігу суттєво спрощує діяльність торгового підприємства, дозволяє оптимізувати бізнес-процеси та розробляти бізнес рішення для підвищення результативних показників діяльності. Результати аналізу існуючих платформ управління торговим підприємством показує, що системи є зручні та прості у використанні, проте їх використання є здебільшого на комерційній основі.

Список літератури

1. Садовий В. С. Застосування інформаційних технологій в управлінні підприємствами роздрібною торгівлі (на прикладі ФОП Садовий С.М.): кваліфікаційна робота ОС «Бакалавр». Суми: СДУ, 2023. 51 с.
2. CRM від Microsoft Dynamics 365: веб-сайт. URL: https://progresia.online/uk/crm?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign (дата звернення 24.10.2024 р.).
3. Crmindex: веб-сайт. URL: https://crmindex.com.ua/uk/products/megaplan_crm (дата звернення 25.10.2024 р.).
4. Keeping CRM: веб-сайт. URL: <https://keepincrm.com> (дата звернення 26.10.2024 р.).
5. Sales Creatio: веб-сайт. URL: <https://www.creatio.com/ua/sales> (дата звернення 28.10.2024 р.).
6. SalesDrive: веб-сайт. URL: <https://salesdrive.ua> (дата звернення 25.10.2024 р.).
7. SugarCRM: веб-сайт. URL: <https://hellip.com/ua/product/sugarcrm.html> (дата звернення 25.10.2024 р.).
8. Worksection сучасна система управління проектами: веб-сайт. URL: <https://medmarketing.ua/uk/blog/worksection-sovremennaya-sistema-upravleniya-proektami/> (дата звернення 24.10.2024 р.).

МІСЬКА СИСТЕМА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ТА ЗБОРУ ДАНИХ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ

Вступ. Актуальність міської системи Інтернету речей (IoT) для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел зростає у зв'язку з розвитком міських інфраструктур та технологій. Міська система IoT може бути інтегрована з іншими технологіями, такими як штучний інтелект (ШІ) та блокчейн. Ця система стає важливим інструментом для покращення якості життя мешканців, підвищення ефективності управління ресурсами та забезпечення стійкості міст [1, 2].

Міські системи IoT забезпечують ефективний моніторинг і управління такими ресурсами, як вода, електрика, газ та відходи. Інтеграція IoT у транспортні системи міст дозволяє покращити мобільність і зменшити затори. IoT-системи можуть підвищити рівень безпеки в містах. Збір даних з різних джерел дозволяє проводити детальний аналіз для ухвалення рішень. Міські IoT-системи сприяють стійкості міст у відповідь на виклики зміни клімату. IoT може сприяти активній участі громади в управлінні містом.

Актуальність міської системи Інтернету речей зумовлена її потенціалом для покращення якості життя мешканців, оптимізації ресурсів, підвищення безпеки та забезпечення стійкості міст. Інтеграція IoT у міське управління дозволяє здійснювати моніторинг і аналіз даних з різних джерел, що в свою чергу сприяє ефективному прийняттю рішень і забезпеченню сталого розвитку міст. У сучасному світі, що швидко змінюється, IoT стає невід'ємною частиною сучасних міських екосистем, що дозволяє містам адаптуватися до нових викликів та потреб населення. Відтак наразі актуальною є задача розроблення міської системи Інтернету речей для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес підключення та збору даних з різних джерел. Предмет дослідження – міська система Інтернету речей для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації забезпечення підключення та збору даних з різних джерел за допомогою міської системи Інтернету речей.

Основний матеріал. Сенсори Інтернету речей дозволяють в реальному часі відстежувати споживання води та електрики, виявляти витoki або ненормативні показники, що допомагає зменшити витрати. Смарт-системи можуть відстежувати заповненість смітєвих контейнерів, що дозволяє оптимізувати маршрути вивезення сміття та зменшити витрати на утилізацію. Сенсори на дорогах і в громадському транспорті можуть збирати дані про трафік, що дозволяє оптимізувати маршрути, зменшити затори і скоротити час в дорозі. Збір даних про рух транспорту в реальному часі може бути використаний для інформування водіїв про затори, аварії або інші перешкоди на маршруті. Відеокамери з функціями розпізнавання осіб і ситуацій можуть допомагати у забезпеченні громадської безпеки, виявляючи підозрілі активності в реальному часі. IoT може бути використано для швидкого сповіщення населення про надзвичайні ситуації, такі як стихійні лиха або інші загрози. Міські системи IoT можуть збирати величезні обсяги даних про різні аспекти міського життя, що дозволяє проводити глибокий аналіз і прогнозування потреб. Зібрані дані можуть використовуватися для оптимізації політики управління містом, покращення інфраструктури та підвищення якості послуг. Сенсори можуть вимірювати рівень забруднення повітря, температуру та інші екологічні параметри, що дозволяє вчасно вжити заходів для покращення екологічної ситуації. Інтелектуальні мережі дозволяють оптимізувати споживання енергії та зменшити викиди вуглецю, забезпечуючи більш ефективне використання ресурсів. Міські системи IoT можуть забезпечити платформи для збору думок та відгуків мешканців, що дозволяє покращити послуги та адаптувати управлінські рішення до потреб громади. За допомогою IoT можна реалізовувати ініціативи, спрямовані на поліпшення якості життя, такі як проекти з озеленення або організації місцевих заходів.

Міська система Інтернету речей (IoT) для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел спрямована на інтеграцію сучасних технологій у міську інфраструктуру. Це дозволяє створити "розумне місто", де різні елементи взаємодіють між собою, забезпечуючи підвищення ефективності управління ресурсами, покращення якості життя мешканців та забезпечення стійкості до викликів сучасності. Метою і завданнями такої системи є: забезпечення інтеграції (підключення різних систем та датчиків для збору даних про стан міської інфраструктури (транспорт, енергетика, екологія, безпека)); оптимізація ресурсів (підвищення ефективності використання міських ресурсів, зокрема енергії, води та матеріалів, шляхом моніторингу та управління споживанням); покращення якості життя (створення більш комфортного, безпечного та екологічного середовища для мешканців).

Структура системи Інтернету речей (IoT) для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел:

1) сенсори та пристрої:

- датчики – встановлення сенсорів для збору даних про різні параметри: температура, вологість, якість повітря, рівень шуму, рух транспорту, заповненість сміттєзвалищ тощо;
- камери – використання камер для моніторингу громадського порядку, дорожнього руху та екологічного стану;

2) комунікаційна інфраструктура:

- безпроводні мережі – розгортання бездротових технологій (Wi-Fi, LoRaWAN, NB-IoT) для передачі даних з сенсорів на центральні сервери;
- мобільні мережі – використання 4G/5G для забезпечення високошвидкісного доступу до даних і управлінських систем;

3) централізовані платформи:

- агрегація даних – збір і зберігання даних з різних джерел для подальшого аналізу;
- обробка даних – використання алгоритмів обробки та аналізу даних для виявлення патернів, аномалій і трендів;
- візуалізація – інтерфейси для представлення даних у зрозумілій формі для управлінців і мешканців.

Функціональні можливості міської системи Інтернету речей (IoT) для забезпечення підключення та збору даних з різних джерел:

1) моніторинг – спостереження в реальному часі за різними аспектами міського життя, включаючи якість повітря, трафік, енергоспоживання;

2) управління – автоматизація управлінських процесів на основі зібраних даних, наприклад, управління освітленням, системами поливу, маршрутами для збору сміття;

3) сповіщення – оповіщення мешканців про надзвичайні ситуації, наприклад, пожежі або забруднення повітря;

4) залучення громади – збір думок мешканців щодо функціонування міських систем, що дозволяє залучати їх до процесів ухвалення рішень; створення можливостей для мешканців долучатися до екологічних проєктів, програм з покращення міського середовища.

Висновки. Отже, було розроблено концепцію міської системи Інтернету речей, яка є потужним інструментом для трансформації міст у "розумні" екосистеми, що забезпечують ефективність, стійкість і якість життя мешканців. Завдяки інтеграції технологій IoT, містам вдається впоратися з викликами сучасності, такими як зростання населення, забруднення навколишнього середовища та потреба в ресурсах. У майбутньому такі системи стануть основою для розвитку інноваційних рішень у міському управлінні..

Список літератури

1. N. Abdullah et al., "IoT-Based Waste Management System in Formal and Informal Public Areas in Mecca", *Int. J. Environmental Res. Public Health*, vol. 19, № 20, p. 13066, October 2022.
2. C.-W. Yau et al., "NB-IoT Coverage and Sensor Node Connectivity in Dense Urban Environments: An Empirical Study", *ACM Trans. Sensor Netw.*, May 2022.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ КРОСПЛАТФОРМНИХ СИМУЛЯТОРІВ-ТРЕНАЖЕРІВ

Вступ. Кросплатформні симулятори-тренажери стають все більш поширеними в різних галузях, від освіти до професійної підготовки. Однак розробка ефективного та швидкодіючого інтерфейсу для таких симуляторів залишається складним завданням, особливо враховуючи різноманітність пристроїв та операційних систем. Оптимізація продуктивності інтерфейсу є ключовим фактором для забезпечення плавної роботи та високої якості взаємодії користувача з симулятором.

Постановка задачі. Метою дослідження є розробка та впровадження методів оптимізації продуктивності інтерфейсу кросплатформних симуляторів-тренажерів. Це передбачає вирішення завдань з оптимізації графічного рендерингу, ефективного управління пам'яттю, оптимізації обробки користувацького вводу та забезпечення швидкого відгуку інтерфейсу на різних платформах.

Основний матеріал. Для досягнення поставленої мети було розроблено та впроваджено ряд методів оптимізації, які базуються на використанні кросплатформного рушія Unity [1] та додаткових інструментів розробки.

Для оптимізації графічного рендерингу було застосовано декілька ключових технік. Використання техніки LOD (Level of Detail) дозволило зменшити кількість полігонів об'єктів на відстані. Це було реалізовано за допомогою компонента LODGroup в Unity, який автоматично перемикає між різними рівнями деталізації моделі залежно від відстані до камери. Застосування окклюдійного кулінгу (Occlusion Culling) допомогло уникнути рендерингу об'єктів, які не видно на екрані. Для цього використовувався вбудований інструмент Occlusion Culling у Unity, який виконує попередній розрахунок видимості об'єктів. Оптимізація шейдерів здійснювалася з використанням Shader Graph [2], що дозволило створювати ефективні візуальні ефекти без надмірного навантаження на GPU.

Ефективне управління пам'яттю досягалося кількома методами. Використання об'єктних пулів (Object Pooling) дозволило повторно використовувати об'єкти замість їх постійного створення та знищення. Для цього було реалізовано власний менеджер об'єктних пулів на основі генериків C#. Асинхронне завантаження ресурсів здійснювалося з використанням Unity Addressables [3], що оптимізувало використання пам'яті та зменшило час завантаження. Застосування техніки "мічених сцен" (Scene Streaming) забезпечило динамічне завантаження та вивантаження частин віртуального середовища.

Оптимізація обробки користувацького вводу включала реалізацію системи подій на основі патерну "Спостерігач", що дозволило ефективно обробляти користувацький ввід без постійного опитування стану. Крім того, використання нового Input System [4] в Unity забезпечило уніфіковану обробку вводу на різних платформах та пристроях.

Для забезпечення швидкого відгуку інтерфейсу було застосовано багатопотокове програмування, що дозволило виконувати важкі обчислення у фонових потоках з використанням C# Task Parallel Library. Оптимізація UI здійснювалася з використанням UI Builder [5] та ефективних компонентів, таких як UI Toolkit, що дозволило створювати легкі та швидкі інтерфейси.

Кросплатформна оптимізація включала використання профілювання та оптимізації для конкретних платформ з використанням Unity Profiler та платформо-специфічних інструментів, таких як Xcode для iOS та Android Studio для Android. Застосування умовної компіляції та препроцесорних директив дозволило оптимізувати код під конкретні платформи без втрати кросплатформності.

Результати порівняльного аналізу продуктивності симулятора до та після впровадження оптимізаційних технік представлені на рис. 1.

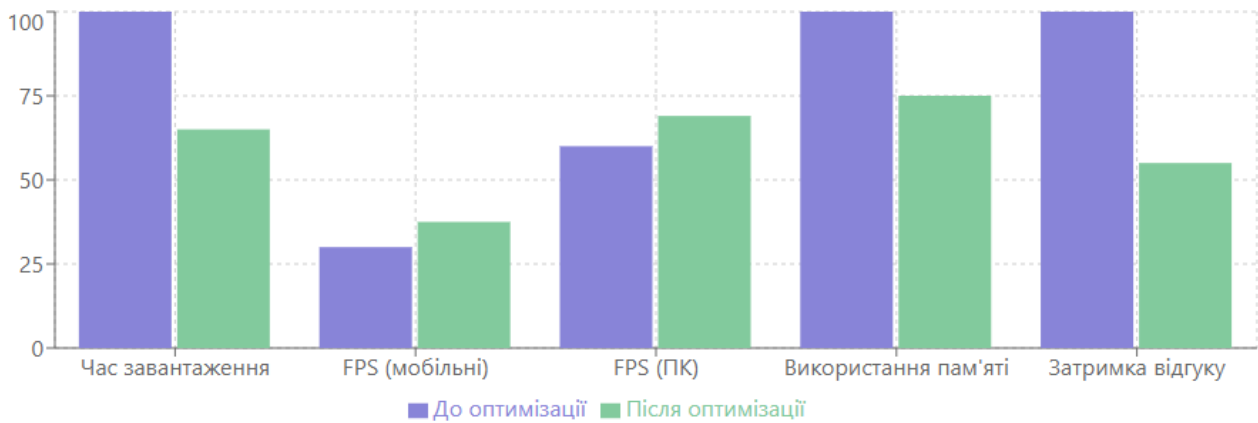


Рисунок 1 - Порівняння показників продуктивності до та після оптимізації

Як видно з графіка, впровадження розроблених методів оптимізації призвело до помітного покращення всіх ключових показників. Час завантаження симулятора зменшився на 30-40%, частота кадрів (FPS) збільшилася в середньому на 25% на мобільних пристроях та на 15% на ПК, використання пам'яті зменшилося на 20-30%, а затримка відгуку інтерфейсу скоротилася на 40-50 мс.

Важливо відзначити, що комбінація всіх цих методів дає синергетичний ефект, який перевищує суму окремих покращень, створюючи більш ефективну систему в цілому.

Для оцінки ефективності розроблених методів було проведено серію тестів на різних пристроях (ПК, смартфони, планшети) з різними операційними системами (Windows, macOS, iOS, Android). Тестування включало вимірювання часу завантаження симулятора, частоти кадрів (FPS), використання пам'яті та затримки відгуку інтерфейсу. Результати показали значне покращення продуктивності:

- Час завантаження симулятора зменшився на 30-40% залежно від платформи.
- Частота кадрів (FPS) збільшилася в середньому на 25% на мобільних пристроях та на 15% на ПК.
- Використання пам'яті зменшилося на 20-30% завдяки ефективному управлінню ресурсами.
- Відгук інтерфейсу покращився, зменшивши затримку між діями користувача та реакцією симулятора на 40-50 мс.

Висновки. Розроблені методи оптимізації продуктивності інтерфейсу кросплатформних симуляторів-тренажерів дозволяють значно підвищити ефективність роботи та якість взаємодії користувачів з віртуальним середовищем. Застосування цих методів забезпечує плавну роботу симуляторів на різних пристроях та операційних системах, що розширює можливості їх використання в різних сферах навчання та професійної підготовки. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення методів адаптивної оптимізації, які автоматично налаштовують параметри симулятора залежно від можливостей конкретного пристрою.

Список літератури

1. Unity (game engine) [Електронний ресурс] : From Wikipedia, the free encyclopedia. - Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))
2. Shader Graph [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://unity.com/features/shader-graph>
3. Unity Addressables [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.addressables@1.19/manual/index.html>
4. Unity Input System [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.inputsystem@1.0/manual/index.html>
5. UI Builder [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Manual/UIBuilder.html>

СИНТЕЗ НЕЙРОННОГО ЕЛЕМЕНТА МАТРИЧНОГО ТИПУ

Вступ. Нейромережеві технології дедалі ширше застосовують у різних галузях науки і техніки та потребують опрацювання інтенсивних потоків даних у реальному часі. Окрім цього, застосування нейромережевих даних вимагає врахування додаткових обмежень стосовно габаритів, маси та енергоспоживання [1]. Апаратна реалізація зазначених нейромережевих засобів дає змогу отримати високі показники продуктивні, але вимагає розроблення нових моделей та базових структур нейронних елементів (НЕ). вдосконалення методів та алгоритмів їх реалізації, організації обчислювального процесу.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження - нейронний елемент матричного типу для роботи у режимі реального часу. Предмет дослідження - синтез нейронного елемента.

У структурі НЕ матричного типу необхідно узгодити тривалість надходження даних з конвеєрним тактом обчислення для забезпечення обчислень у режимі реального часу. НЕ матричного типу забезпечить реалізацію нейромереж реального часу на основі НВІС (надвелика інтегральна схема). У процесі синтезу такого НЕ необхідно вибрати для обчислення скалярного добутку матричний метод, що дасть можливість паралельного формування та підсумовування часткових добутків з використанням дерева Уоллеса та каскадного методу та відповідні структури вузлів для групового підсумовування часткових добутків. Обчислення часткових добутків у такій реалізації НЕ доцільно виконувати з використанням модифікованого алгоритму Бута.

Основний матеріал. Основними компонентами для синтезу апаратних реалізацій нейромереж є нейронні елементи (НЕ). Існує низка моделей формального нейрона, що відрізняються способами представлення вхідних сигналів, надходження даних і опису вагових коефіцієнтів, способами обчислення функції активації, тощо.

Для забезпечення опрацювання потоків даних у реальному часі за допомогою нейромережевих засобів, перспективним буде застосування нерекурсивних НЕ, що містять вузли обчислення скалярного добутку та вузли групового підсумування результатів. Такі НЕ відзначаються відсутністю обернених зв'язків і отримання результату неітераційних обчислень при виконанні розрахунків.

Висока продуктивність НЕ і мережі побудованої на їх основі забезпечується однаковою складністю і тривалістю операцій, які виконуються на кожному етапі розрахунків. Ефективна реалізація паралельно-потокowego оброблення даних на НВІС забезпечується правильною структурізацією алгоритмів, які прораховуються на цих моделях. Ефективність відображення алгоритму на апаратуру безпосередньо зв'язана з і способом декомпозиції алгоритму роботи НЕ на незалежні операції для їх паралельного виконання. Паралельно-потокова реалізація НЕ і відповідних мереж здатна забезпечити їх апаратне виконання на НВІС і обчислення в режимі реального часу.

Результати аналізу показують, що характеристики розглянутих реалізацій НЕ визначаються принципом виконання операції для обчислення скалярного добутку і її реалізації апаратно [2]. Використання для реалізації зазначених операцій базису елементарних арифметичних операцій та багато оперантного підходу, забезпечує реалізацію оптимальної структури отриманих засобів за показниками швидкодії на необхідними апаратними витратами. Основою вказаних алгоритмів обчислення скалярного добутку є виконання операцій формування часткових добутків та операцій їх додавання [3].

Отже з аналізу публікацій впливає актуальність синтезу нейронних елементів матричного типу та відповідних алгоритмів обчислення скалярного добутку та групового підсумовування часткових добутків, необхідних для такої реалізації.

В розробленій моделі НЕ процес обчислення скалярного добутку зведений до операції групового підсумовування часткових добутків з використанням дерев Уоллеса з використанням

каскадного паралельно-паралельного алгоритму та процесу конвеєризації, що забезпечує апаратну реалізацію НЕ реального часу на ПЛІС (Програмована логічна інтегральна схема). Особливістю такої реалізації є відсутність обернених зв'язків та отримання результату неітераційних обчислень при проходженні кроків алгоритму.

Реалізація конвеєрних обчислень здійснюється шляхом розподілу складових обчислювального пристрою на окремі елементи, кожен з яких складається з буферної пам'яті та операційного блоку. Буферна пам'ять у такій реалізації забезпечує узгодження у часі інтенсивності надходження вхідних даних з тактом їх обробки.

З іншої сторони, для реалізації високого рівня продуктивності НЕ і мережі на його основі всі елементи конвеєра повинні виконувати однакові за рівнем складності обчислювальні операції, що забезпечує узгодженість часу надходження вхідних даних, обчислювальних операцій у такті роботи конвеєра та часу вивантаження отриманих результатів обчислень. Робота у конвеєрному режимі забезпечує високу продуктивність створеної таким чином мережі.

У такому випадку реалізації кількість сходинок (елементів) конвеєра визначається розрядністю даних обробки, кількістю розрядів на проміжні результати при формуванні макрочасткових добутків, такту надходження вхідних даних і вагових коефіцієнтів НЕ.

При синтезі НЕ матричного типу для виконання операцій розрахунку окремих часткових добутків доцільно застосовувати їх обчислення з використанням модифікованого алгоритму Бута. Він забезпечує зменшення кількості необхідних розрахунків удвічі в порівнянні з алгоритмом, що аналізує один розряд множника.

Для отримання всіх переваг застосування ПЛІС при створенні НЕ матричного типу потрібно забезпечити реалізацію НЕ у базисі елементарних арифметичних операцій. Реалізацію операції обчислення скалярного добутку, яка є однією з основних у НЕ, слід виконувати як інтегральну макрооперацію групового сумування окремих часткових добутків. Реалізацію інтегральної макрооперації групового сумування доцільно реалізувати як єдину операцію.

Надзвичайно важливим є узгодження у процесі синтезу НЕ інтенсивності надходження вхідних даних з інтенсивністю виконання власне обчислень та отримання результатів.

Крім того, вирішальним є використання масового паралелізму оброблення даних у синтезованому НЕ матричного типу.

Отже, використання удосконалених алгоритмів і структур для розрахунку часткових добутків з застосуванням дерев Уоллеса, каскадного паралельно-паралельного алгоритму обробки даних елементами НЕ забезпечує зменшення тривалості оброблення. Отримані структури конвеєрного типу дозволяють ефективну реалізацію НЕ з застосуванням НВІС, що дає змогу обробляти інтенсивні потоки даних у режимі реального часу і реалізовувати продуктивні апаратні реалізації нейромереж.

Висновки. Широке застосування нейромереж для опрацювання даних вимагає розроблення нових і вдосконалення наявних засобів для їх розроблення. При цьому, за умови застосування таких засобів на мобільних платформах, потрібно враховувати додаткові обмеження стосовно габаритів, маси та енергоспоживання. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є застосування НВІС, що, однак вимагає розроблення нових моделей, структур та методів синтезу НЕ як основи для побудови нейронних та нейроподібних мереж.

Список літератури

1. Chen, K.-H., Su, C.-W., & Wang, J.-H. (2022). Energy-efficient and Accurate Object Detection Design on an FPGA Platform. IET International Conference of Engineering Technologies and Applications (IET-ICETA), Changhua, Taiwan, 1-2. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9971590>
2. Shrestha, R. (2017). High-speed and low-power VLSI-architecture for inexact speculative adder. International Symposium on VLSI Design, Automation and Test (VLSI-DAT), Hsinchu, Taiwan, 1-4. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7939644>
3. Rabyk, V., Kryvinska, N., Yatsymirskyy, M., Teslyuk, V. (2022). Design of the Processors for Fast Cosine and Sine Fourier Transforms. Circuits, Systems, and Signal Processing, 41(9), 4928-4951. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00034-022-02012-8>

ІНТЕГРАЦІЯ ГОЛОСОВИХ КОМАНД ТА ЖЕСТІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ "РОЗУМНИМ" БУДИНКОМ

Вступ. У сучасних системах автоматизації та управління "розумним" будинком голосові команди та жести стають все більш популярними засобами взаємодії. Ці технології забезпечують природний та інтуїтивно зрозумілий спосіб керування різноманітними пристроями та сервісами [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – технології та системи управління "розумним" будинком. Предмет дослідження – інтеграція голосових команд та жестів для управління "розумним" будинком. Мета даного дослідження полягає в розробці діаграми класів для модуля обробки голосових команд, включаючи локальний варіант та віддалений варіант.

Основний матеріал. В системах "розумного" будинку застосовуються протоколи MQTT, HTTP та WebSockets. MQTT ідеально підходить для пристроїв з обмеженими ресурсами та передачі повідомлень з низькою затримкою. HTTP використовується для статичних або менш вимогливих до затримки процесів, таких як отримання даних через веб-інтерфейс. WebSockets забезпечують двосторонню комунікацію в реальному часі, що особливо важливо для інтерактивних систем або миттєвого реагування.

Архітектура системи управління "розумним" будинком на основі голосових команд та жестів має бути побудована таким чином, щоб забезпечити надійну, ефективну та масштабовану інтеграцію компонентів, з урахуванням обмежених обчислювальних ресурсів, зокрема мікроконтролерів, таких як Raspberry Pi. Архітектура системи заснована на модульному підході, що забезпечує розділення функцій і підвищує зручність підтримки та розширення системи. Кожен модуль працює незалежно, що дозволяє легко замінювати або оновлювати один модуль без впливу на інші. Такий підхід дозволяє поступово створювати систему, перевіряти функціональність кожного компонента окремо, та уникати складних залежностей між компонентами.

Архітектуру системи наведено на рисунку 1.

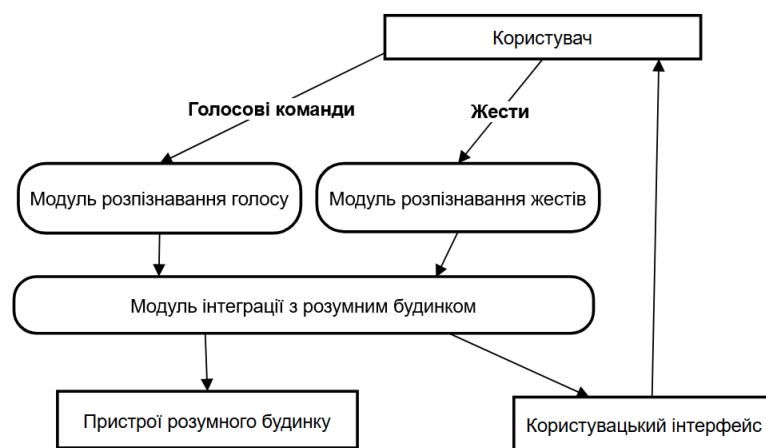


Рисунок 1 – Архітектура програмного засобу

Архітектура складається з чотирьох основних компонентів: модуль розпізнавання голосу, модуль розпізнавання жестів, модуль інтеграції з пристроями "розумного" будинку, користувацький інтерфейс.

Модуль розпізнавання голосу відповідає за прийом та обробку голосових команд користувача. Він приймає аудіосигнали, обробляє їх і перетворює на текстові команди, які передаються модулю інтеграції для подальшої обробки. Для реалізації цього модуля доцільно

використовувати такі платформи, як PocketSphinx (відкрита система розпізнавання мови) або Google Speech API. Для нашої роботи оптимальним вибором є PocketSphinx, оскільки вона дозволяє працювати локально, без необхідності постійного підключення до інтернету, що знижує вимоги до мережевої інфраструктури та покращує безпеку.

Модуль розпізнавання жестів аналізує рухи користувача та розпізнає певні жести для управління системою. Для розпізнавання жестів використовуються камери або інші сенсори. Обробка зображень виконується з використанням таких бібліотек, як OpenCV або MediaPipe. OpenCV забезпечує базову обробку зображень, а MediaPipe дозволяє легко реалізувати сучасні алгоритми розпізнавання жестів.

Модуль інтеграції з пристроями "розумного" будинку відповідає за взаємодію з пристроями "розумного" будинку через підтримувані протоколи зв'язку, такі як MQTT, HTTP, або WebSockets. Протокол MQTT є найкращим вибором для таких систем, оскільки він легкий, надійний, і підтримує роботу з нестабільним підключенням до інтернету. MQTT використовує модель публікації-підписки, що дозволяє легко масштабувати систему та підключати нові пристрої до Raspberry Pi.

Розроблено діаграму класів, котра відображає об'єктно-орієнтований підхід до проектування модуля обробки голосових команд. Зокрема, кожен модуль має чітко визначені обов'язки, що дозволяє досягти принципу розділення обов'язків, підвищити зрозумілість коду та забезпечити гнучкість при модифікаціях. У системі розглядаються два основних сценарії обробки голосових команд — локальний та віддалений, які мають різні підходи до обробки аудіоданих.

Локальний варіант представлений класом LocalVoiceCommandModule, який взаємодіє з іншими класами, зокрема з MicrophoneInput, CommandProcessor і LocalRecognizer. Клас LocalVoiceCommandModule є головним компонентом модуля, що відповідає за управління всіма процесами, пов'язаними з обробкою голосу, та виконує команду на основі розпізнаного голосового введення. Основна мета використання локальної системи розпізнавання, такої як PocketSphinx, полягає в мінімізації залежності від інтернет-з'єднання та підвищенні безпеки даних. MicrophoneInput відповідає за прийом аудіосигналів, тоді як CommandProcessor обробляє ці аудіодані, використовуючи локальний розпізнавач (LocalRecognizer), щоб визначити відповідну команду.

Віддалений варіант представлений класом RemoteVoiceCommandModule, який також взаємодіє з MicrophoneInput та має клас CloudCommandProcessor, який відповідає за обробку аудіоданих через хмарний сервіс Google Speech API. Клас RemoteVoiceCommandModule подібний до локального модуля за своєю структурою, однак основна відмінність полягає в тому, що обробка аудіо відбувається на стороні сервера. CloudCommandProcessor виконує роль відправника аудіоданих до хмари та отримання результатів розпізнавання.

Висновки. Розроблена діаграма класів забезпечує логічний поділ компонентів системи обробки голосових команд, їх чіткі взаємозв'язки та зручність для подальшого масштабування або зміни. Архітектура дозволяє ефективно використовувати як локальні, так і хмарні ресурси для забезпечення надійного розпізнавання голосу, враховуючи обмеження обчислювальних ресурсів та специфіку використання в контексті "розумного" будинку.

Список літератури

1. Titus, J.E., P. A., K., Job, M., & P., C. (2022). IoT Enabled Home Automation for Differently Challenged and Elderly People Using Gesture and Voice Recognition. 2022 Second International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS), 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICNGIS54955.2022.10079753>

ГІБРИДНИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ

Вступ. У сучасному світі, де стрімко зростає як роль освіти, так і обсяг інформації, актуальним стає впровадження автоматизованих систем для персоналізації процесів навчання. Традиційні методи рекомендацій не завжди можуть забезпечити необхідну адаптивність, особливо, коли дані користувача обмежені. Це породжує потребу в удосконаленні рекомендаційних систем, що покращить якість навчальних послуг. Використовуючи гібридні алгоритми, які поєднують фільтрацію та нейронні мережі, можна підвищити ефективність таких систем, зберігаючи при цьому точність і адаптивність навіть за недостатніх даних. Це дослідження зосереджено на розробці гібридного алгоритму для рекомендацій курсу, який дозволяє отримати більш персоналізований та ефективний освітній досвід.

Постановка задачі. Метою дослідження є розробка гібридного алгоритму рекомендацій, який забезпечує високу точність і гнучкість для різних обсягів даних. Ідея полягає в тому, щоб покращити персоналізацію рекомендацій щодо навчання, гарантуючи, що алгоритм залишається ефективним навіть за обмежених даних користувача. Це дослідження спрямоване на підвищення ефективності освітніх рекомендаційних систем шляхом впровадження моделі, яка адаптується до кількості та якості доступних даних, оптимізуючи досвід навчання для користувачів у різноманітних освітніх середовищах. Об'єктом дослідження є алгоритми та моделі для формування персоналізованих рекомендацій щодо курсу навчання. Предметом дослідження є інтеграція гібридного алгоритму, який поєднує в собі сильні сторони фільтрації та нейронних мереж для подолання обмежень існуючих методів рекомендацій.

Основна частина. У рамках цього дослідження було розроблено гібридний алгоритм, який поєднує спільну фільтрацію та нейронні мережі, щоб підвищити точність рекомендацій курсу. Алгоритм забезпечує високу ефективність як при великому обсязі даних, так і при обмеженій кількості інформації про користувачів. Основною особливістю цього підходу є автоматичне перемикання між методами в залежності від наявних даних, що дозволяє оптимізувати процес рекомендацій.

Набір даних [1], використаний у цьому дослідженні, складається з приблизно 23 000 курсів у різних категоріях, включаючи бізнес, дизайн, музику та веб-розробку. Набір даних містить інформацію про 1000 користувачів, включно з їхніми рейтингами та залученням до курсів. Це дозволяє більш глибоко аналізувати поведінку та переваги користувачів, що є критично важливим для розробки персоналізованого алгоритму рекомендацій. Цей набір даних, багатий як даними про курси, так і даними про залучення користувачів, є основою для навчання та оцінки гібридного алгоритму рекомендацій. Включення оцінок користувачів і відвідуваності дозволяє створити більш персоналізовану систему рекомендацій, гарантуючи, що алгоритм може обробляти різні обсяги даних, зберігаючи при цьому високий рівень точності та відповідності для різних категорій і типів поведінки користувачів.

На початковому етапі роботи дані були відфільтровані та нормалізовані для забезпечення високої якості навчальних і тестових вибірок. Категоріальні дані, такі як складність курсу та предмет, були перетворені в числові дані за допомогою методу кодування, щоб забезпечити подальше моделювання. Після цього було проведено детальний аналіз даних, включаючи розподіл ключових характеристик, таких як кількість відгуків, рейтинг курсу, кількість лекцій, ціна та рівень складності. Також була побудована кореляційна матриця для вивчення зв'язків між ознаками, що допомогло виявити ключові залежності між різними характеристиками курсу.

Глибинна нейронна мережа була розроблена як один із компонентів моделі. Працює на основі взаємодії користувача з навчальними курсами. Нейронна мережа має наступну архітектуру:

- Вхідний рівень: 25 нейронів, що представляють агреговані дані про взаємодію користувача з курсами.
- Приховані шари: три шари по 50 нейронів кожен, де для забезпечення нелінійності використовується функція активації ReLU.
- Вихідний рівень: 1 нейрон, відповідальний за прогнозування рейтингу курсу для користувача.

Оптимізатор RMSprop і функція втрат MSE (середня квадратична помилка) використовувалися для навчання моделі, мінімізуючи різницю між прогнозованими та фактичними рейтингами. Остаточні результати роботи моделі: середня квадратична помилка (MSE) 0,056; середня абсолютна похибка (MAE) 0,1719; час навчання ~8300 сек; середня похибка у відсотках 17%.

Кінцеві результати продемонстрували здатність гібридного алгоритму досягати понад 85% точності в рекомендаціях курсу, навіть з обмеженими даними про взаємодію з користувачем. Цей підхід перевершує традиційні методи, такі як використання спільної фільтрації [3] та методу на основі контенту [4] окремо, обидва з яких показали нижчу точність при окремому застосуванні. Завдяки поєднанню цих методів у гібридній моделі алгоритм досягає чудових результатів, пропонуючи більшу гнучкість і адаптивність, що зрештою робить його більш ефективним інструментом для покращення залучення користувачів і результатів навчання.

Висновки. У цьому дослідженні було розроблено гібридний алгоритм рекомендацій, що поєднує спільну фільтрацію та нейронні мережі, щоб підвищити адаптивність і точність рекомендацій щодо навчальних курсів. Ключова перевага запропонованого підходу полягає в його здатності автоматично перемикатися між спільною фільтрацією та нейронними мережами на основі доступної кількості даних. Це не тільки дозволяє алгоритму підтримувати високу продуктивність і точність навіть з обмеженими даними користувача, але також ефективно вирішує проблему холодного запуску [2], надаючи відповідні рекомендації для нових користувачів з мінімальними даними взаємодії, одночасно максимізуючи ефективність, коли доступні великі набори даних.

Загалом це дослідження показало, що гібридні алгоритми є перспективним рішенням для усунення обмежень традиційних систем рекомендацій, особливо в освітніх середовищах. Поєднання спільної фільтрації та нейронних мереж пропонує збалансований підхід, який може обробляти різні обсяги даних, зберігаючи високу точність персоналізованих рекомендацій. Майбутня робота може бути зосереджена на подальшому вдосконаленні моделі, додаванні додаткових функцій для підвищення її надійності та дослідженні її застосування в інших сферах, окрім освіти.

Список літератури

1. Udey Courses Analysis Dataset. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. <https://www.kaggle.com/code/sreelathar/udemy-courses-analysis>
2. Diego Pérez-López, Jorge Dueñas-Lerín, Fernando Ortega, Ángel González-Prieto, “New Trends in Artificial Intelligence for Recommender Systems and Collaborative Filtering”, Appl. Sci. 2023, 13(15), 8845, doi: 10.3390/app13158845
3. Increasing the Effectiveness of Prediction in Recommendation Engines Based on Collaborative Filtering. (2024). Bilad Alrafidain Journal for Engineering Science and Technology, 3(1), 47-58, doi: <http://dx.doi.org/10.56990/bajest/2024.030104>
4. Dacrema, M. F., Cremonesi, P., & Jannach, D. (2019). Are we really making much progress? a worrying analysis of recent neural recommendation approaches. Proceedings of the 13th ACM Conference on Recommender Systems. <https://doi.org/10.1145/3298689.3347058>.

РОЗРОБКА БОТА DISCORD ДЛЯ АНАЛІЗУ ФОНДОВОГО РИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Вступ. З розвитком фінансових технологій застосування алгоритмів машинного навчання у сфері фінансового аналізу стає дедалі популярнішим. Важливість такого прогнозування зростає разом зі складністю фондових ринків, що вимагає оперативної обробки великих обсягів даних для підтримки інвестиційних рішень [1]. В останні роки методи ансамблевого та глибокого навчання показують обнадійливі результати у прогнозуванні фінансових показників завдяки своїй здатності адаптуватися до мінливих умов ринку. Метою цієї роботи є розробка Discord-бота, що забезпечує автоматизований аналіз ринкових даних і прогнозує ціни акцій на основі історичних даних.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є процес аналізу фондового ринку за допомогою методів машинного навчання. У сучасному фінансовому середовищі, де обсяги даних постійно зростають, стає необхідним використовувати ефективні алгоритми для їх обробки. Важливість прогнозування цін акцій не лише підвищується, але й вимагає більш глибокого розуміння ринкових трендів і факторів, що впливають на їх зміни.

Предметом дослідження є розробка та впровадження Discord-бота, який автоматизує процес збору, аналізу та прогнозування цін акцій на основі методів машинного навчання. Платформа Discord забезпечує інтерактивний і зручний інтерфейс для користувачів, що дозволяє отримувати прогнози та аналітику в реальному часі. Важливим аспектом є інтеграція різних джерел даних, які можуть включати фінансові новини, статистику та аналітику, що забезпечує комплексний підхід до прогнозування.

Результати даного дослідження можуть бути використані для розробки інструментів, що автоматизують процес аналізу та прогнозування на фондовому ринку. Впровадження таких систем може значно підвищити ефективність прийняття інвестиційних рішень та зменшити ризики, пов'язані з торгівлею акціями.

Це дослідження має на меті не лише автоматизацію процесу аналізу ринкових даних, але й надання інструменту, який може значно поліпшити інвестиційні рішення, зменшити ризики та підвищити прибутковість для користувачів.

Основний матеріал. У процесі розробки прогнозової моделі дані були поділені на навчальну та тестову вибірки у співвідношенні 80/20, що є оптимальним для забезпечення достатньої точності та запобігання перенавчанню моделі [2]. Даний підхід дозволяє виявляти тренди та закономірності, які можуть залишатися незмінними протягом певного часу. Для обробки та аналізу даних використовувалися бібліотеки Python, такі як pandas (маніпуляція даними), matplotlib (візуалізація результатів) та scikit-learn (реалізація ML-алгоритмів), що є стандартними інструментами у сфері аналізу фінансових даних.

Для підвищення точності прогнозування було реалізовано кілька алгоритмів машинного навчання:

1. RandomForestRegressor – ансамблевий метод, який будує набір дерев рішень та об'єднує їх для підвищення точності. RandomForest є особливо ефективним при обробці великих і різнорідних даних, що робить його підходящим для фінансового прогнозування, враховуючи складність і варіативність фондових даних [2, 4].

2. GradientBoostingRegressor – метод, що послідовно вдосконалює модель на основі слабких предикторів. Відмінною особливістю цього підходу є поступове зменшення помилок попередніх кроків, що є корисним для фінансових ринків з високою мінливістю. Використання GradientBoostingRegressor дозволяє гнучко налаштовувати прогнозувальну модель на обробку специфічних ринкових умов [3].

3. Support Vector Regressor (SVR) – метод, який забезпечує високу точність для малих вибірок даних завдяки використанню опорних векторів, що мінімізують помилки і підвищують стійкість до змін у поведінці ринку [3].

Розробка бота розпочалася з використання discord.py для інтеграції з API Discord, що дозволяє легко взаємодіяти з користувачами платформи та забезпечує відправлення результатів у вигляді повідомлень. Бот зчитує ринкові дані з API Alpha Vantage, що дозволяє автоматично збирати та оновлювати дані в реальному часі. Отримані дані були нормалізовані та підготовлені до навчання моделей, що забезпечує однорідність для всіх змінних та підвищує точність прогнозів [2].

Оцінка якості прогнозів моделей здійснювалася за допомогою метрик, таких як середньоквадратична помилка (MSE), середня абсолютна помилка (MAE) та коефіцієнт детермінації (R^2), які дозволяють комплексно оцінити точність, стабільність і надійність моделей [4]. Зрештою, результати аналізу відправляються у відповідний Discord-канал, де користувачі можуть оперативно отримати прогнози і аналітичну інформацію.

Висновки. Discord-бот, розроблений у цьому дослідженні, надає інвесторам зручний спосіб доступу до прогнозованої інформації щодо ринкових трендів та цін акцій у реальному часі. Використання методів машинного навчання для обробки фінансових даних є перспективним напрямком, що дозволяє поліпшити інвестиційні стратегії, мінімізувати ризики та підвищити ефективність прийняття рішень.

Завдяки автоматизованій обробці даних та використанню сучасних алгоритмів, бот забезпечує високий рівень точності прогнозів, що дозволяє користувачам приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу ринкової інформації. Інтеграція з платформою Discord також створює сприятливе середовище для обміну знаннями та досвідом серед трейдерів і інвесторів, що може сприяти формуванню активної спільноти.

Подальший розвиток проекту може включати розширення кількості моделей для порівняння та інтеграцію додаткових джерел фінансових даних, що підвищить гнучкість бота у реагуванні на зміни ринкових умов. Крім того, можливе додавання нових функціональних можливостей, таких як можливість аналізу новин та соціальних медіа для покращення точності прогнозів.

З часом, реалізація більш складних алгоритмів, таких як глибоке навчання, може забезпечити ще більшу точність прогнозів і адаптивність до зміни ринкових умов. Загалом, розроблений Discord-бот має потенціал стати важливим інструментом для інвесторів, що прагнуть використовувати сучасні технології для поліпшення своїх фінансових стратегій.

Список літератури

1. Forecasting in stock market with Machine Learning: A State of Art [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10307692>. – IEEE Xplore, 2024.
2. Stock Market Prediction using Machine Learning Techniques: A Systematic Review [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10142862>. – IEEE Xplore, 2024.
3. Stock Price Prediction Using Artificial Intelligence: A Literature Review [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10459442>. – IEEE Xplore, 2023.
4. Survey of Stock Market Price Prediction Trends using Machine Learning Techniques [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10169745>. – IEEE Xplore, 2024.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ МОБІЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Вступ. Сучасний етап розвитку штучних нейронних мереж (ШНМ) характеризується розширенням галузей їх застосування, значна частина з яких вимагає опрацювання інтенсивних потоків даних у реальному часі засобами, що одночасно повинні враховувати обмеження відносно габаритів, маси, енергоспоживання, а отже, мають високу ефективність використання обладнання. До таких застосувань відносяться мобільні робототехнічні системи (МРС), в яких на основі ШНМ реалізуються інтелектуальні компоненти, що використовуються для розв'язання таких задач: відновлення втрачених даних, підвищення точності вимірювання параметрів руху наземних МРС в умовах завад та неповної інформації, прогнозування просторових даних, прогнозування руху МРС, нейронечітке управління рухом МРС, нейроподібний криптографічний захист даних, розпізнавання перешкод, нейронечітке управління групою наземних МРС. При розробленні апаратних прискорювачів ШНМ актуальною задачею є оцінювання їх основних характеристик: витрат обладнання, часу виконання операції та ефективності використання обладнання. На основі результатів оцінювання витрат обладнання, часу виконання базової операції та її складності визначається ефективність використання обладнання, яка дає оцінку отриманій структурі за продуктивністю. Результати оцінювання основних характеристик апаратних прискорювачів ШНМ та вимоги конкретного застосування враховуються при виборі елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів МРС. Вибір найбільш ефективної елементної бази повинен здійснювати на основі інтегрованої оцінки ефективності кожного з її типів.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процеси визначення та вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів МРС. Предмет дослідження – методи вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів МРС. Мета роботи – вдосконалити процес вибору елементної бази, що дасть змогу створювати інтелектуальні компоненти МРС з високою ефективністю використання обладнання.

Основний матеріал. Перспективною елементною базою для реалізації інтелектуальних компонентів МРС є системи на кристалі SoC (System on Chip), які включають вбудовані процесорні ядра та поле FPGA з високою інтеграцією вентилів на кристалі (більше 10 млн. вентилів). Використання SoC для реалізації інтелектуальних компонентів МРС забезпечить: інтеграцію програмних і апаратних засобів; збільшення продуктивності за рахунок апаратної реалізації базових операцій ШНМ; зменшення витрат на комплектуючі; зменшення енергоспоживання за рахунок можливості відключення живлення поля FPGA; зменшення часу розробки за рахунок наявності великого набору засобів розробки та відлагодження.

Для вибору елементної бази (SoC) при реалізації інтелектуальних компонентів МРС вдосконалено метод, який ґрунтується на застосуванні теорії багатокритеріального аналізу та враховує вимоги конкретного застосування (продуктивність процесорного ядра, обсяг пам'яті, потужність енергоспоживання процесорного ядра, кількість вентилів FPGA, тактова частота роботи FPGA, потужність енергоспоживання та вартість FPGA, маса, габарити, температурний діапазон, надійність, стійкість до спец факторів і інше). Основою методу вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів МРС є обчислення інтегрованої оцінки її ефективності на основі часткових критеріїв ефективності, які формуються для кожного конкретного застосування.

Для вибору елементної бази при реалізації інтелектуальних компонентів МРС формується перелік часткових критеріїв ефективності елементної бази, серед яких продуктивність процесорного ядра, обсяг пам'яті, тактова частота роботи процесорного ядра, потужність енергоспоживання, кількість логічних елементів, зовнішній інтерфейс, вартість

інструментальних засобів розробки, надійність тощо. Визначається шкала зміни числових значень часткових критеріїв ефективності. Формування шкали змін числових значень часткових критеріїв здійснюється на основі технічного завдання на розробку інтелектуальних компонентів MPC. Далі визначається множина компонентів та SoC, які відповідають вимогам технічного завдання та значення вагових коефіцієнтів часткових критеріїв ефективності елементів.

Розроблено програмні засоби, що дозволяють виконувати вибір елементної бази та здійснювати розрахунок витрат обладнання, часу виконання окремої компоненти ШНМ з урахуванням базових характеристик складових елементів апаратної реалізації. Вказані дані у подальшому використовуються для оцінювання ефективності використання обладнання. Користувачський інтерфейс розроблених програмних засобів представлено на рис.1.

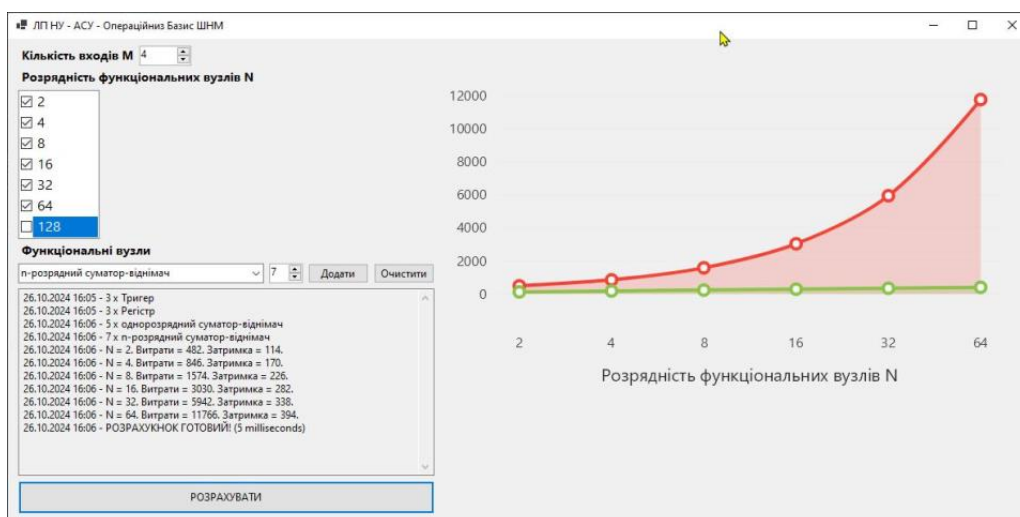


Рисунок 1- Користувачський інтерфейс програмних засобів для вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів мобільних робототехнічних систем

Вдосконалений метод дає змогу автоматизувати вибір оптимальної елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів MPC згідно з вимогами технічного завдання. Особливістю вдосконаленого методу є адаптація його до вимог конкретного застосування шляхом використання SoC з апаратною реалізацією на FPGA базових операцій ШНМ.

Висновки. Розробку інтелектуальних компонентів MPC доцільно здійснювати на основі інтегрованого підходу, який ґрунтується на можливостях сучасної елементної бази, охоплює паралельні методи, алгоритми та структури апаратних засобів для реалізації базових операцій ШНМ і враховує вимоги конкретних застосувань. Вдосконалено метод вибору елементної бази для реалізації інтелектуальних компонентів MPC, який за рахунок врахування результатів оцінювання характеристик апаратних прискорювачів, вимог конкретного застосування та існуючих типів елементної бази для їх реалізації забезпечує вибір найефективнішої з існуючих.

Список літератури

1. Wu, W., Chen, C., Sun, L., & Zhao, F. (2019). Integration of deep learning and traditional AI algorithms for robot decision making in unstructured environments. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 96(3-4), 533-548. <https://doi.org/10.1007/s10846-019-00998-6>
2. Li, Z., Liu, F., Yang, W., Peng, S., & Zhou, J. (2020). A survey of convolutional neural networks: Analysis, applications, and prospects. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31(7), 2227-2249. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2996649>
3. Tsmots, I., Teslyuk, V., Kryvinska, N., Skorokhoda, O., Kazymyra, I. Development of a generalized model for parallel-streaming neural element and structures for scalar product calculation devices. *Journal of Supercomputing*, 2023, 79(5), pp. 4820–4846.
4. Kang, S. K., Kang, S., & Yoo, H. J. (2019). A study on FPGA acceleration for deep neural networks using dynamic precision scaling. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 29(6), 1539-1549. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2018.2845390>

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОХОРОНИ «РОЗУМНОГО» БУДИНКУ

Вступ. Сучасні системи охорони — це технологічні комплекси, призначені для забезпечення безпеки людей і майна. Вони використовують передові інструменти, такі як камери відеоспостереження, датчики руху, біометричні технології та системи автоматизації. Головною метою є виявлення, запобігання та реагування на потенційні загрози. [1]

Автоматизація процесів відіграє ключову роль у сучасних системах охорони «розумного» будинку, сприяючи підвищенню безпеки та надійності житлових просторів. Виклики, пов'язані із забезпеченням захисту від різних загроз, таких як зломи або стихійні лиха, вимагають комплексного підходу до інтеграції технологій[2]. Ефективне функціонування систем охорони забезпечується завдяки автоматизованим процесам виявлення та сповіщення про потенційні небезпеки через камери відеоспостереження, датчики руху і системи сигналізації. Основою автоматизації є використання технологій IoT, що дозволяють віддалено керувати та моніторити стан будинку за допомогою мобільних додатків та хмарних сервісів.

Автоматизовані системи охорони інтегруються з різними технологічними платформами, такими як Zigbee або Wi-Fi, що дозволяє оптимізувати обробку даних і забезпечувати постійну готовність до дій у реальному часі. Важливим аспектом є конфігурація цих систем, що включає налаштування взаємодії різних компонентів, таких як камери, сенсори та розумні замки.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – сучасні системи охорони в рамках концепції «розумного» будинку. Предмет дослідження – порівняння підходів і технологій, що використовуються в системах безпеки «розумного» будинку, зокрема систем відеоспостереження, датчиків руху, розумних замків і інтеграції цих компонентів у хмарне середовище. Головна мета дослідження – проведення порівняльного аналізу сучасних систем охорони «розумного» будинку, з акцентом на їхню інтеграцію з хмарними сервісами для підвищення безпеки та надійності. Такий підхід спрямований на виявлення найефективніших рішень для забезпечення безпеки житла.

Для здійснення наукового дослідження вирішені наступні завдання:

- 1) аналіз необхідності автоматизації процесу охорони «розумного» будинку;
- 2) дослідження сучасних систем охорони та їх основних характеристик;
- 3) визначення найстійкішої системи охорони.

Основний матеріал. Останні роки принесли значну еволюцію домашніх мереж, що дозволяє використовувати цифрові технології в побуті на рівні звичайної техніки. Такі пристрої можна віддалено контролювати і керувати ними через існуючу мережеву інфраструктуру, що забезпечує тісну інтеграцію обчислювальних систем з фізичним середовищем. Завдяки розвитку технологій Інтернету речей (IoT) зростає потреба в забезпеченні реальної безпеки для домашніх систем у режимі реального часу.

Сучасний захищений і автоматизований будинок — це система, яка використовує електронні пристрої та датчики для охорони від різних видів загроз, таких як несанкціоновані вторгнення, пожежі, витоки газу та інші стихійні лиха[5].

Ці системи забезпечують надійний захист будинку і підвищують комфорт завдяки можливості автоматизованого управління та інтеграції з мобільними додатками для віддаленого моніторингу.

У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз популярних систем охорони «розумного» будинку з акцентом на ключові функції, такі як виявлення руху, відеозапис і автоматичне оповіщення про небезпеку.

Система Vivint вирізняється як одна з найстійкіших і найкомплексніших систем охорони «Розумного будинку». Вона забезпечує повний спектр засобів безпеки, поєднуючи відеоспостереження, сенсори руху, датчики диму та газу, а також розумні замки. Це робить її

універсальним рішенням для захисту житла від різних загроз, таких як несанкціоновані проникнення, пожежі та витoki газу[4].

Таблиця 1 – Порівняння сучасних систем охорони

Система	Відео-спостереження	Сенсори руху	Датчики диму/газу	Розумні замки	Хмарне зберігання	Інтеграція з голосовими асистентами
Ajax Systems	+	+	+	+	+	-
Ring	+	+	-	+	+	+
SimpliSafe	+	+	+	+	-	+
Arlo	+	-	-	-	+	+
Vivint	+	+	+	+	+	+

Однією з головних переваг Vivint є підтримка хмарного зберігання, що дозволяє зберігати відеозаписи і дані для подальшого перегляду та аналізу. Це підвищує рівень контролю над безпекою, навіть коли власник знаходиться далеко від дому.

Також Vivint інтегрується з голосовими асистентами, такими як Amazon Alexa та Google Assistant, що дозволяє користувачам керувати системою за допомогою голосових команд. Це додає зручності у повсякденному використанні та автоматизує управління охоронними функціями будинку. Завдяки своїй функціональності та надійності, Vivint пропонує всеосяжну безпеку для сучасних будинків, поєднуючи передові технології захисту з простотою використання.

Розробка і впровадження таких систем безпеки починається з інтеграції різних компонентів в єдину мережу, що дозволяє автоматично реагувати на будь-які зміни у навколишньому середовищі. Наприклад, датчики можуть автоматично активувати камери або надсилати сигнал тривоги у випадку виявлення руху. Така система постійно вдосконалюється завдяки застосуванню штучного інтелекту для аналітики відеоданих і підвищення точності виявлення загроз[3].

Автоматизовані системи охорони є важливим кроком у напрямку підвищення безпеки житлових приміщень, пропонуючи ефективне рішення для віддаленого управління та контролю. Це дозволяє користувачам не тільки почувати себе в безпеці, але й мати повний контроль над своїм будинком з будь-якої точки світу.

Висновки. Сучасні системи охорони «розумного» будинку пропонують широкий спектр можливостей для забезпечення безпеки житла. Вони поєднують в собі інноваційні технології, простоту використання та можливість автоматизації. Однак користувачам необхідно враховувати різні аспекти, такі як тип платформи, спосіб зберігання даних, а також ризики, пов'язані з конфіденційністю і кібератаками. Обираючи систему охорони, слід звернути увагу на її інтеграцію з іншими компонентами «розумного» будинку, хмарними сервісами та голосовими помічниками, що дозволяє створити ефективне та надійне середовище для захисту житла.

Список літератури

1. H. Yang, Y. Kim, and S. Park, "Security in Smart Home IoT: Vulnerabilities and Countermeasures," IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, no. 8, pp. 7550-7565, Aug. 2020.
2. H. Yang, Y. Kim, and S. Park, "Security in Smart Home IoT: Vulnerabilities and Countermeasures," IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, no. 8, pp. 7550-7565, Aug. 2020.
3. K. R. Jayashree and M. A. Jisha, "Survey on Smart Home Security Systems Based on IoT Technology," 2021 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), Tirunelveli, India, 2021, pp. 98-104.
4. A. Al-Rimy, M. Alazab, and M. Abdallah, "Smart Home Security: Threats, Challenges, and Solutions," 2022 International Conference on Smart Computing and Electronic Enterprise (ICSCEE), Selangor, Malaysia, 2022, pp. 120-125.
5. D. Das, A. Rahman, and M. Chowdhury, "An Overview of Security and Privacy Issues in Smart Homes," 2021 IEEE 7th International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), New York, USA, 2021, pp. 102-107.

МОДЕЛІ І ЗАСОБИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПІДБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Вступ. Сучасні інформаційні технології дають змогу автоматизувати багато рутинних процесів та задач у різних сферах діяльності людини. В умовах зростання потреб у електроенергії однією з таких задач є пошук альтернативних джерел енергії. Враховуючи зростання попиту на енергетичні ресурси, збільшення вартості традиційних енергоресурсів, зменшення їхньої доступності та негативний вплив на екологію, виникає потреба і пошуку та впровадженні альтернативних джерел енергії.

Впродовж останніх років набрали популярності поновлювальні енергетичні ресурси, зокрема портативні зарядні станції, які дозволяють забезпечити автономне енергопостачання в різних умовах. Особливої уваги заслуговують зарядні станції, наприклад EcoFlow чи Bluetti, які здатні забезпечити надійне та екологічне джерело електроенергії для різного спектра застосувань.

На додаток до глобальних викликів енергетичної галузі, Україна зіштовхнулася з особливими проблемами в енергетичному секторі через тривалу війну. Внаслідок збройної агресії проти України було знищено значну частину критичної інфраструктури, в тому числі енергетичні об'єкти. Систематичні ракетні та дроніві удари по електростанціях, підстанціях та лініях електропередачі призвели до масових пошкоджень і перебоїв у постачанні електроенергії. Через нестабільність української енергетичної системи багато українців та українських підприємств змушені переходити на генератори, сонячні панелі та зарядні станції. Однак підбір оптимального варіанту альтернативного джерела живлення є складним завданням, яке потребує врахування багатьох параметрів, наприклад потужність, ємність акумулятора, час заряджання, мобільність, вартість обладнання, потреби споживача та інші.

Веб-система для автоматизованого підбору альтернативних джерел живлення може значно спростити процес прийняття рішень, пов'язаних з підбором таких пристроїв. Ця веб-система дозволить автоматизовано підбирати оптимальні варіанти джерел енергії на основі аналізу технічних та економічних характеристик, що дозволить значно зекономити час і підвищити ефективність прийняття рішень.

Постановка задачі. Метою даної роботи є розробка і впровадження моделей і засобів для веб-системи автоматизованого підбору зарядних станцій як альтернативного джерела енергії. Система повинна здійснювати розрахунок потужності зарядної станції та автоматизовано здійснювати підбір різних варіантів. У результаті веб-система повинна надавати користувачу рекомендації щодо найбільш оптимального рішення.

Об'єктом дослідження є процеси та методи підбору електростанцій на основі критеріїв зазначених користувачем. Предметом дослідження є алгоритми та моделі для автоматизації процесу підбору альтернативних джерел живлення за допомогою веб-системи, а також методи вибору цих станцій на основі багатокритеріального аналізу.

Для досягнення поставленої мети слід виконати такі завдання:

1. Аналіз ринку альтернативних джерел живлення, визначення їхніх основних характеристик, які впливають на вибір користувачів.
2. Аналіз існуючих систем для автоматизованого підбору альтернативних джерел живлення, визначення їхніх переваг та недоліків.
3. Розробка моделі прийняття рішень.
4. Створення алгоритмів для автоматизованого підбору зарядних станцій з урахуванням критеріїв зазначених користувачем.
5. Проектування та розробка бази даних веб-системи.
6. Розробка веб-системи, яка включає в себе інтерфейс користувача та серверну частину.
7. Тестування та демонстрація роботи системи.

Система може бути корисною як для приватних користувачів, які потребують автономних джерел живлення для свого дому, так і для підприємств, які шукають альтернативні джерела живлення для безперебійної роботи свого бізнесу. Отже, практична цінність та область застосування даної веб-системи охоплює широкий спектр сценаріїв – від побутового використання до використання комерційними підприємствами.

Основний матеріал. Програмна реалізація системи автоматизованого підбору зарядних станцій передбачає розробку програмного забезпечення для збору, опрацювання та аналізу даних про зарядні станції. Програмну реалізацію можна розділити на кілька ключових компонентів: серверна частина для зберігання та обробки даних, серверна частина для аналізу даних, а також користувацький інтерфейс.

Для реалізації серверної частини системи було обрано мову програмування Java [1] з використанням фреймворка Spring, а саме таких його модулів: Spring Boot і Spring Data JPA [2].

Важливою частиною системи автоматизованого підбору зарядних станцій є AI модель. Вона знаходиться на серверній частині застосунку та відповідає за аналіз даних, що знаходяться в базі даних. AI модель аналізує дані, що надходять в систему та на основі цього аналізу модель машинного навчання робить рекомендації щодо підбору зарядних станцій.

Для реалізації системи автоматизованого підбору зарядних станцій було обрано використовувати монолітну архітектуру. Монолітна архітектура – це підхід до розробки програмного забезпечення, при якому весь додаток розробляється як єдина технологічна система. Всі компоненти додатку взаємодіють один з одним і розгортання відбувається на одному сервері або групі серверів. Монолітна архітектура має декілька переваг. Вона зазвичай простіша в розробці та тестуванні, оскільки всі компоненти додатку взаємодіють безпосередньо один з одним, що дозволяє швидко та легко вирішувати проблеми. Крім того, монолітні додатки можуть бути менш складними в управлінні, оскільки все програмне забезпечення працює на одній технологічній платформі [3].

У процесі розроблення веб-системи реалізовано такі основні компоненти:

- Client – клієнтська частина системи, що відповідає за взаємодію з сервером;
- Server – серверна частина системи, що відповідає за обробку та збереження даних в БД, а також взаємодіє з AI сервісом;
- AI service – це компонент, що відповідає за аналіз даних за допомогою штучного інтелекту;
- Power DB – база даних системи, яка зберігає всю інформацію системи.

Висновки. Дана веб-система дозволить користувачам автоматично та ефективно підбирати альтернативні джерела живлення, базуючись на потребах користувачів та технічних параметрах цих пристроїв. Користувачам не потрібно самостійно досліджувати усі доступні моделі на ринку та порівнювати їх за параметрами, що суттєво знижує час на пошук та прийняття рішення. Алгоритми підбору дають можливість враховувати всі фактори і надавати об'єктивні рекомендації, які базуються на критеріях, заданих користувачами. Це знижує ймовірність помилкового вибору та забезпечує підвищену точність у підборі найбільш вдалого варіанту для конкретних умов використання.

Список літератури

1. Kevlin Henney and Trisha Gee. 97 Things Every Java Programmer Should Know: Collective Wisdom from the Experts, O'Reilly Media, 2020.
2. Magnus Larsson. *Microservices with Spring Boot 3 and Spring Cloud* . Third Edition: Build resilient and scalable microservices using Spring Cloud, Istio, and Kubernetes, Packt Publishing, 2023.
3. Mark Richards and Neal Ford. *Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach*, O'Reilly Media, 2020.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВІЛЬНИХ ТА ЗАЙНЯТИХ ПАРКОМІСЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЛИБИННИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Вступ. Сучасні технології комп'ютерного зору відкривають нові можливості для оптимізації процесів управління транспортом у містах, серед яких і автоматичне керування паркувальними місцями. Система автоматичного паркування на базі глибинних нейронних мереж, як представлено в даній роботі, покликана вирішувати проблеми дефіциту паркувальних місць та ефективного контролю за їх використанням. За допомогою глибинних нейронних мереж, зокрема YOLO (You Only Look Once), та комп'ютерного зору, система здатна аналізувати відеодані, як записані, так і отримані в реальному часі, що значно розширює її функціонал. Розробка таких систем сприяє вирішенню низки проблем з управлінням транспортом, допомагає знижувати навантаження на інфраструктуру та підвищувати безпеку дорожнього руху.

Актуальність. Автоматизація управління паркувальними місцями в умовах сучасного міста є особливо актуальною, оскільки кількість автомобілів постійно зростає, а ресурси, такі як паркувальні місця, залишаються обмеженими. У роботах Efficient Vehicle Detection and Classification using YOLO v8 for Real-Time Applications, YOLOv3: An Incremental Improvement та SSD: Single Shot MultiBox Detector [1, 2, 4] акцентується на ефективності використання глибинного навчання та комп'ютерного зору для аналізу відеоданих в реальному часі, що дозволяє знизити навантаження на людські ресурси та підвищити точність і швидкість обробки інформації. Останні публікації вказують на зростаючий інтерес до використання YOLO для задач комп'ютерного зору [3]. Таким чином, запропонована система автоматичного паркування, що використовує ці технології, є актуальною для вирішення проблем завантаженості паркувальних зон та дорожньої інфраструктури.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес управління та моніторингу паркувальними місцями у міських умовах. Предмет дослідження – технології глибинного навчання та комп'ютерного зору, які дозволяють автоматично розпізнавати транспортні засоби та ідентифікувати вільні та зайняті паркомісця. Головна мета даного дослідження полягає в розробці та впровадженні системи автоматичного паркування, що працює в реальному часі та дозволяє ефективно ідентифікувати статус паркувальних місць з використанням відеоданих.

Основний матеріал. Основою роботи системи є алгоритми глибинного навчання на базі YOLO, які дозволяють виконувати виявлення об'єктів на відео з високою точністю і швидкістю. YOLO є методом одноразового обстеження зображення, тобто він обробляє його цілком, здійснюючи розпізнавання та класифікацію об'єктів за один цикл, що робить його ефективним для задач реального часу. Використання Python-бібліотек, таких як OpenCV, значно спрощує роботу з відеоданими, дозволяючи швидко здійснювати обробку зображень, детекцію об'єктів та інші операції для аналізу паркувальних зон. Розроблена система складається з таких основних модулів:

- Виявлення транспортних засобів. Система в режимі реального часу розпізнає транспортні засоби, використовуючи алгоритми комп'ютерного зору на базі YOLO. Це дозволяє системі своєчасно фіксувати появу та переміщення транспортних засобів в зоні паркування.
- Ідентифікація паркувальних місць. Для визначення зайнятості паркомісця система спостерігає за рухомими транспортними засобами та, якщо вони залишаються нерухомими протягом встановленого часу (15-20 хвилин), змінює статус паркомісця на «зайняте». Коли транспортний засіб покидає місце, статус автоматично змінюється на «вільне».
- Класифікація транспортних засобів. Класифікація дозволяє системі розподіляти транспортні засоби на категорії, що допомагає вести точний підрахунок кількості кожного типу транспортних засобів (легкових, вантажних автомобілів, автобусів).

- Моніторинг дорожнього трафіку. Підключення до IP-камер дозволяє системі відстежувати дорожній трафік, що забезпечує надання інформації про завантаженість вулиць та сприяє оперативному управлінню трафіком.

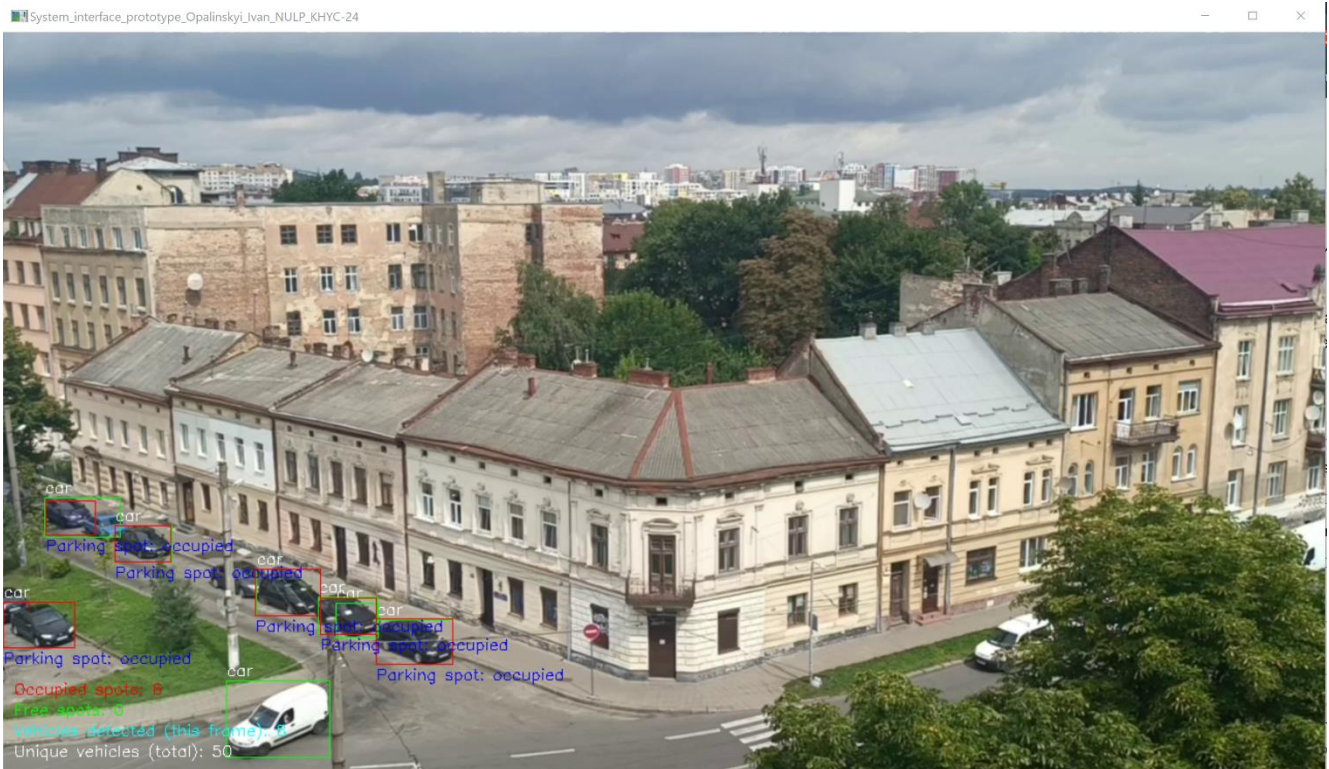


Рисунок 1 – Візуалізація роботи прототипу системи автоматичного визначення паркомісць

Система працює на Python з використанням OpenCV для обробки відеоданих. Всі об'єкти та паркомісця фіксуються за допомогою глибоких нейронних мереж, що забезпечує точність та високу швидкість обробки.

Висновки. Розроблена система автоматичного паркування на базі глибоких нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес ідентифікації вільних та зайнятих паркомісць та ведення моніторингу дорожнього трафіку. Використання YOLO у поєднанні з Python і OpenCV забезпечує високу швидкість та точність обробки відеоданих, що робить систему ефективною для міських умов. Новизна розробки полягає в інтеграції глибокого навчання для виконання задач реального часу, що дозволяє значно знизити витрати на людські ресурси, підвищити ефективність управління паркувальними місцями та сприяє безпечному та зручному використанню транспортної інфраструктури.

Список літератури

1. Ravichandran, M.; Laxmikant, Kumar; Muthu, Annamalai. Efficient Vehicle Detection and Classification using YOLO v8 for Real-Time Applications. In: 2023 Global Conference on Information Technologies and Communications (GCITC). IEEE, 2023. p. 1-5.
2. Liu, Wei, et al. Ssd: Single shot multibox detector. In: Computer Vision–ECCV 2016: 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11–14, 2016, Proceedings, Part I 14. Springer International Publishing, 2016. p. 21-37.
3. Zhou, Xingyi; WANG, Dequan; Krähenbühl, Philipp. Objects as points. arXiv preprint arXiv:1904.07850, 2019.
4. Farhadi, Ali; Redmon, Joseph. Yolov3: An incremental improvement. In: Computer vision and pattern recognition. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2018. p. 1-6.
5. Shao, Yifan, et al. Aero-YOLO: An Efficient Vehicle and Pedestrian Detection Algorithm Based on Unmanned Aerial Imagery. Electronics, 2024, 13.7: 1190.

КОНЦЕПЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ НА ОСНОВІ МАШИННОГО ЗОРУ

Вступ. Актуальність управління складом на основі машинного зору зростає в умовах сучасної логістики та індустріальної автоматизації. Управління складом – це критична частина ланцюга постачання, яка вимагає точного контролю за збереженням і переміщенням товарів, ефективного використання ресурсів та швидкої обробки замовлень. Використання технології машинного зору (computer vision) для автоматизації цих процесів відкриває нові можливості для оптимізації операцій на складах [1].

Використання машинного зору для управління складами є актуальним для багатьох галузей, включаючи роздрібну торгівлю, виробництво, логістику, охорону здоров'я тощо. Зростання обсягу товарообігу та необхідність швидкого виконання замовлень робить автоматизацію складів невід'ємною частиною сучасного бізнесу.

Технологія машинного зору стає ключовим елементом у сучасних складських системах, оскільки вона забезпечує високу точність, швидкість і ефективність управління товарами та простором. Вона допомагає знижувати витрати, зменшувати кількість помилок, підвищувати безпеку та автоматизувати рутинні процеси, що робить її особливо актуальною в умовах зростаючої складності ланцюгів постачання та підвищених вимог до швидкості виконання замовлень. Тому задача розроблення кіберфізичної системи управління складом на основі машинного зору є на даний час вельми актуальною.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес управління складом. Предмет дослідження – кіберфізична система управління складом на основі машинного зору. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації управління складом за допомогою кіберфізичної системи на основі машинного зору.

Основний матеріал. Машинний зір дозволяє автоматизувати складні та рутинні процеси, такі як: розпізнавання та ідентифікація товарів (камери з технологіями комп'ютерного зору можуть розпізнавати товари за штрихкодами, QR-кодами або навіть за формою і розміром; це прискорює процес інвентаризації та зменшує кількість помилок під час обробки товарів); автоматизація сортування (машинний зір може використовуватися для автоматичного сортування товарів на конвеєрі, що скорочує час і трудовитрати на ручну працю); точність обліку (машинний зір дозволяє швидко і точно вести облік кількості та стану товарів, що знижує ризик втрат і помилок у документації). Використання технології машинного зору дозволяє скоротити залежність від ручної праці, що знижує витрати на персонал. Автоматизація таких операцій, як розпізнавання і переміщення товарів, робить роботу на складі менш залежною від людських факторів, таких як втома, помилки чи нестача робочої сили. Складські системи на основі машинного зору можуть значно прискорити процес обробки замовлень. Автоматичне розпізнавання товарів та оптимізоване їх розміщення дозволяють швидше комплектувати замовлення та відправляти їх клієнтам. Людський фактор — одна з основних причин помилок на складі (неправильна інвентаризація, змішування товарів, пошкодження тощо). Системи машинного зору можуть знизити кількість таких помилок завдяки точності автоматичних процесів розпізнавання та управління товарами. Це підвищує загальну ефективність складу і зменшує витрати на корекцію помилок. Машинний зір може бути використаний для збору та аналізу великих обсягів даних. На основі отриманих даних компанії можуть здійснювати аналіз ефективності своїх складських процесів, виявляти "вузькі місця", прогнозувати потреби в ресурсах або продукції та планувати інвентаризацію на майбутнє.

Машинний зір може бути інтегрований з іншими технологіями, такими як робототехніка, штучний інтелект і IoT (Інтернет речей). Наприклад, роботи з технологією машинного зору можуть використовуватися для автоматичного переміщення товарів по складу, а з'єднання з сенсорами та аналітичними системами дозволить забезпечити цілісну систему управління складом.

Кіберфізична система управління складом на основі машинного зору – це складна інтегрована система, що об'єднує фізичні та цифрові компоненти для автоматизації складських операцій. Вона забезпечує ефективне управління логістикою, зберіганням товарів і процесами обробки замовлень. Основні компоненти такої системи:

1) сенсори та датчики (основною функцією сенсорів і датчиків у кіберфізичній системі є збір даних із навколишнього середовища та моніторинг фізичних параметрів на складі): камери (високоточні камери, оснащені технологіями машинного зору, забезпечують автоматичне розпізнавання товарів, відстеження їх переміщення та контроль за розміщенням на складі), датчики руху (відстежують рух вантажівок, роботів або людей по складу для координації робочих процесів та забезпечення безпеки), датчики температури і вологості (вимірюють параметри навколишнього середовища для підтримки оптимальних умов зберігання товарів, що особливо важливо для товарів, чутливих до клімату), інфрачервоні сенсори (використовуються для точного визначення відстаней між товарами та простору для їх розміщення);

2) модуль машинного зору (центральный компонент системи, що забезпечує обробку візуальної інформації): алгоритми розпізнавання образів (використовуються для ідентифікації та класифікації товарів за їх візуальними характеристиками – формою, розміром, маркуванням, штрихкодами), технології машинного зору (інтерпретують зображення та відео, захоплені камерами, для автоматизації процесів інвентаризації та переміщення товарів), моделі машинного навчання (постійно покращуються на основі зібраних даних для підвищення точності розпізнавання товарів та оптимізації процесів управління складом);

3) роботизовані системи (виконують фізичні операції на складі, керуючись даними від сенсорів та модулів машинного зору): автономні мобільні роботи (використовуються для автоматичного переміщення товарів по складу, підбору та розміщення вантажів), роботизовані маніпулятори (виконують завдання з підбору, пакування, сортування та обробки товарів, вони взаємодіють з модулями машинного зору для точного виконання цих завдань), конвеєрні системи з автоматизованим управлінням (забезпечують автоматичне переміщення товарів між різними зонами складу);

4) центральний обчислювальний модуль (відповідає за обробку даних та управління всіма компонентами системи): сервери обробки даних (зберігають і обробляють дані, отримані з камер та сенсорів, для управління робочими процесами на складі в реальному часі), алгоритми штучного інтелекту (використовуються для оптимізації процесів прийняття рішень, прогнозування попиту, управління запасами та планування маршрутів пересування роботів), інтеграційні платформи (забезпечують взаємодію між кіберфізичними компонентами, програмними рішеннями та іншими системами);

5) комунікаційна інфраструктура (для забезпечення ефективної роботи системи необхідна стабільна комунікаційна інфраструктура, яка з'єднує всі компоненти кіберфізичної системи): мережі IoT (Інтернет речей), протоколи передачі даних;

6) аналітичні системи та програмне забезпечення (програмне забезпечення для управління даними та забезпечення інтерфейсу для взаємодії з кіберфізичною системою);

7) інтерфейси управління (забезпечують доступ користувачів до системи та можливість контролю за її роботою);

8) системи безпеки та кіберзахисту (для захисту даних і безпечного функціонування кіберфізичної системи потрібні надійні механізми безпеки).

Висновки. Отже, було розроблено концепцію кіберфізичної системи управління складом на основі машинного зору, яка є комплексним рішенням, що поєднує фізичні елементи (сенсори, камери, роботи) з цифровими технологіями (штучний інтелект, машинне навчання, аналітика даних). Така система підвищує ефективність, безпеку та швидкість операцій на складі, забезпечуючи автоматизацію ключових процесів і оптимізацію управління логістикою.

Список літератури

1. M. Li, Y. Liu, G. Xu and Z. Ma, "The intelligent warehousing system combined with machine vision is constructed", in *ISCER 2024: 2024 3rd Int. Symp. Control Eng. Robot.*, Changsha China. New York, NY, USA: ACM, 2024, p. 104–108.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ВІНАГОРОД У ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Вступ. У сучасних децентралізованих фінансових системах (DeFi) виникає потреба в автоматизованому моніторингу та обробці даних смарт-контрактів для управління винагородами, активами та іншими аспектами взаємодії з користувачами. DeFi-середовище швидко розвивається, відкриваючи нові можливості для управління фінансовими активами без посередників. Проте доступ до даних у блокчейнах у реальному часі є складним через розподілену природу зберігання інформації, що робить автоматизацію ключовим компонентом для ефективного управління активами. Використання таких інструментів, як Web3, MySQL та мови програмування Python, дозволяє створити ефективну систему збору й обробки даних на блокчейн-платформах.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процеси збору та обробки даних смарт-контрактів у DeFi. Предмет дослідження – методи відстеження даних про винагороди користувачів в блокчейні Whitechain, що базується на використанні смарт-контрактів. Мета дослідження – розробка автоматизованого інструменту для збору та обробки даних смарт-контрактів, що дозволяє отримувати інформацію про винагороди користувачів і зберігати ці дані в централізованій базі даних MySQL для подальшого моніторингу та аналізу.

Основний матеріал. Автоматизація збору та обробки даних смарт-контрактів відіграє ключову роль у сучасних DeFi-платформах, сприяючи швидшому доступу до інформації про транзакції та винагороди. Основним викликом є забезпечення точного збору та зберігання даних у централізованій базі, що дозволяє спрощувати управління винагородами користувачів.

Для реалізації такої задачі доцільним є використання інструментів Python як основної мови для написання скриптів, а також Web3.py для взаємодії з блокчейном. Зокрема, Web3.py дозволяє виконувати функції смарт-контрактів та отримувати дані про транзакції, що є необхідним для збирання та обробки атрибутів винагород. Усі зібрані дані зберігаються в базі даних MySQL, яка забезпечує швидкий доступ до інформації про винагороди користувачів, підтримуючи цілісність і надійність системи. Для коректної роботи з функціями контрактів використано ABI-файли смарт-контрактів, які дозволяють отримувати доступ до атрибутів і подій, пов'язаних з винагородами.

Система складається з двох основних модулів. Перший модуль відповідає за запит до смарт-контракту з метою отримання інформації про винагороди, яку потім зберігає у базі даних. Дані включають суми винагород, дати оновлення атрибутів та час отримання винагород, що забезпечує актуальність інформації про активи користувачів. Другий модуль виконує функцію моніторингу подій, обробляючи події. Це дозволяє записувати історію транзакцій у базу даних і регулярно оновлювати дату наступної перевірки атрибутів кожного користувача, що підвищує надійність і точність роботи системи.

Важливою перевагою розробленої системи є використання централізованої бази даних MySQL для збереження інформації з блокчейну, що не тільки полегшує обробку великих обсягів даних, але й надає можливість проводити аналітику та розширювати функціональні можливості застосування. Централізоване зберігання дозволяє також легко інтегрувати систему з іншими бізнес-процесами, як-от створення звітів чи відстеження транзакцій в режимі реального часу. Такий підхід уможливиле забезпечення безперервного доступу до актуальної інформації щодо активів користувачів, що є важливим у децентралізованих системах. Створення такої системи сприяє ефективному відстеженню даних у реальному часі, забезпечуючи прозорість та актуальність інформації про активи користувачів. Взаємодію користувача з алгоритмом наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Структурна схема взаємодії користувача з алгоритмом

Можливість налаштування сповіщень для користувачів уможливорює отримання оперативної інформації про важливі події, такі як отримання нових винагород, зміни в статусі транзакцій або зміни в атрибутах смарт-контрактів, без необхідності постійного контролю своїх активів. Крім того, важливою складовою зручності користування є перетворення технічних даних про транзакції в зрозумілу та доступну інформацію. Розробка графічного інтерфейсу, що надає детальну інформацію у візуалізованій формі, допоможе користувачам краще розуміти свої фінансові активи та їх динаміку. Наприклад, інтерактивні панелі можуть показувати історію транзакцій, активність на рахунках і прогнози щодо майбутніх винагород.

Висновки. Запропонована автоматизована система для збору та обробки даних смарт-контрактів є досить ефективною у забезпеченні моніторингу транзакцій і управлінні інформацією про винагороди користувачів на основі інтеграції технологій Web3 та MySQL у Python, що дозволяє швидко отримувати та зберігати дані про активи та події. Розроблена система добре масштабується, що обробляти великі обсяги інформації від багатьох користувачів. Це підвищує гнучкість платформи та робить її придатною для використання не тільки в Whitechain, а й на інших блокчейнах із подібними вимогами.

Список літератури

1. D. McGloin and E. Urcioli, "Decentralized Finance (DeFi): An emerging alternative to the global financial system," *Journal of Financial Transformation*, vol. 52, pp. 29-42, 2020.
2. G. Ciobanu and C. Damsa, "Automating Blockchain Interactions: Using Web3 and Python for Transaction Processing in Decentralized Finance," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 5, pp. 224-230, 2020.
3. P. Zhang, J. White, D.C. Schmidt, G. Lenz, and D. Dougherty, "Applying AI and Machine Learning to Blockchain Technology," *Journal of Computer Networks and Communications*, vol. 2023, pp. 1-14, 2023.
4. Документація Whitechain, веб-сайт. URL: <https://docs.whitechain.io> (дата звернення: 24.10.2024).
5. Репозиторій блокчейну Whitechain, веб-сайт. URL: <https://github.com/whitebit-exchange/wbt> (дата звернення: 25.10.2024).

АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Вступ. Цифрові біомедичні зображення стали невід'ємною частиною сучасної медицини, оскільки вони дозволяють лікарям отримувати точну інформацію про стан пацієнтів, діагностувати захворювання та планувати лікування. Проте для того, щоб ці зображення були корисними, їх необхідно обробити та проаналізувати. Алгоритми обробки цифрових біомедичних зображень забезпечують можливість підвищення якості зображення, виділення об'єктів, автоматизації діагностичних процесів і значно знижують ймовірність помилок. Серед основних переваг використання автоматизовано аналізу цифрових біомедичних зображень можна виділити високу швидкість їх обробки за допомогою комп'ютерної техніки. Це дозволяє зменшити час на проведення етапу постановки діагнозу, що в подальшому дозволяє розпочати процеси лікування вже на ранніх етапах виявлення захворювання. Тому проведення аналітичного огляду алгоритмів обробки та аналізу кольорових цифрових зображень є актуальною задачею [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи та алгоритми обробки кольорових цифрових зображень. Предмет дослідження – процес аналізу та опису цифрових біомедичних зображень. Метою даного дослідження є аналіз та опис етапів проведення біомедичних досліджень на основі використання цифрових зображень тканин людського тіла. Проведені дослідження будуть використані для удосконалення процесів виділення та опису мікрооб'єктів на цифрових біомедичних зображеннях та при проектування систем автоматизованих біомедичних досліджень.

Основний матеріал. Процес аналізу та опису біомедичних зображень є достатньо складним та трудоемним. І хоча, з однієї сторони біомедичні зображення містять однотипні об'єкти, що дозволяє прискорити процес їх виділення, проте з іншої сторони вони можуть містити патологічні зміни, що значно спотворюють еталонні зразки. Окрім того, в медицині використовуються велика кількість різних типів цифрових зображень, які відображають різні типи тканин та отримують на основі різних технологій. Для прикладу можна привести такі технології отримання біомедичних зображень, що активно використовуються в сучасній медицині: рентгенографія (X-ray), комп'ютерна томографія (СТ), магнітно-резонансна томографія (MRI), ультразвукова діагностика (Ultrasound), позитронно-емісійна томографія (PET) тощо.

Обробка медичних зображень є складним процесом, що включає кілька етапів: отримання зображення, попередня обробка, аналіз і візуалізація. Ці етапи можуть включати в себе фільтрацію, сегментацію, реєстрацію зображень, відновлення та багато інших методів.

Попередня обробка є критично важливим етапом, який забезпечує покращення якості зображень перед їх аналізом. Сюди входять такі методи, як фільтрація, корекція яскравості та контрасту, усунення шуму. Фільтрація зображень дозволяє зменшити шум і покращити їх якість. Найпоширеніші методи фільтрації: середнє фільтрування (заміна кожного пікселя середнім значенням сусідніх пікселів), медіанне фільтрування (заміна пікселя медіаною сусідніх значень, що ефективно усуває імпульсні шуми), гаусове фільтрування (зменшення високочастотного шуму за допомогою розподілу Гауса). Технології фільтрації використовуються для підвищення якості зображення та усунення шумів. Методи корекції яскравості та контрасту дозволяють покращити видимість деталей на зображенні. Застосування лінійної або нелінійної трансформації яскравості може суттєво поліпшити якість зображення.

Процес сегментації – це процес поділу зображення на різні області або об'єкти для подальшого аналізу. Сегментація може бути заснована на різних характеристиках, таких як колір, інтенсивність або текстура. На сьогоднішній день можна виділити декілька груп алгоритмів сегментації. Кожна група базується на власних принципах аналізу інформативних характеристик точок цифрового зображення та критеріях об'єднання окремих точок в однорідні

області. Серед алгоритмів, які найчастіше інтегрують в програмно-апаратні системи проведення біомедичних зображень слід відмітити такі: порогова сегментація (підхід виконує поділ зображення на основі інтенсивності пікселів, при цьому, значення порогу може бути статичним або адаптивним), кластеризація (даний підхід базується на поєднанні точок в однорідні області з використанням наперед визначених центрів таких областей з можливою корекцією початкових даних), сегментація на основі графів (алгоритми даної групи вважають пікселі графами, де ребра представляють зв'язки між сусідніми пікселями). Використання даного етапу обробки біомедичного зображення дозволяє отримати компактний та детальний опис зображення, при цьому ігноруючи малоінформативні області. Проте, складність у налаштуванні параметрів і обробка зображень з низькою контрастністю вимагають від користувача високий рівень розуміння принципів роботи алгоритмів сегментації.

Додатковим етапом обробки біомедичного зображення є реєстрація та відновлення зображень. Процес реєстрації відбувається шляхом накладання двох або більше зображень, отриманих з різних джерел, для досягнення однозначного аналізу. Це важливо для медичних зображень, оскільки лікарі часто порівнюють зображення, отримані в різний час або з різних методів. Одними з найбільш популярних методів реєстрації є фіксована та змінна реєстрація, що базуються на використанні маркерів або ключових точок для вирівнювання зображень. А також, оптимізаційні методи, які в своїй роботі використовують метрики подібності, такі як взаємна інформація, для оптимізації процесу реєстрації. Відновлення зображень – це процес покращення якості зображення, яке може бути зіпсоване шумами або спотвореннями. Основні методи відновлення включають: деблюринг (видалення розмиття, що виникло через рух або неправильну фокусировку) та денойзинг (зменшення шуму без втрати деталей). Даний етап використовується для підвищення загальної якості зображення проте в процесі роботи можуть бути втрати дрібних деталей.

Завершальний етап обробки цифрових біомедичних зображень є класифікація. Класифікація – це процес автоматичного визначення класу або типу об'єкта на зображенні. Вона зазвичай використовується для діагностики захворювань. Процес класифікації є достатньо складним та залежним від результатів отриманих на попередні етапах обробки. Окрім того, важливим є і необхідний кінцевий результат, наприклад потреба підтвердження наявності або відсутності деякого типу мікрооб'єктів є набагато простішою задачею ніж виділення мікрооб'єкта певного класу та додатковими параметрами. Для реалізації даного етапу використовують методи машинного навчання та технології глибоке навчання. Методи машинного навчання використовують вектори ознак для навчання моделей, таких як підтримуючі вектори (SVM) або дерева рішень. Технології глибокого навчання базуються на використанні згорткових нейронних мереж (CNN) для автоматичного виділення ознак з зображень.

Висновки. Алгоритми обробки цифрових біомедичних зображень є важливим інструментом у сучасній медицині, що забезпечує високий рівень діагностики та лікування пацієнтів. Від попередньої обробки до глибокого навчання, ці алгоритми постійно вдосконалюються, впливаючи на різні аспекти медицини. Сучасні тенденції, такі як інтеграція елементів штучного інтелекту, різних модальностей та реального часу обробки, відкривають нові перспективи для покращення якості медичної допомоги. Подальші дослідження у цій галузі можуть призвести до ще більшої точності та ефективності у діагностиці, що є важливим кроком у розвитку сучасної медицини.

Список літератури

1. A. H. Abdel-Gawad, L. A. Said, D. Namrata, A. G. Radwan, "Optimized Edge Detection Technique for Brain Tumor Detection in MR Images", *IEEE Access* (2020), Vol-8, pp-136243–136259.
2. H. Rong "Image Object Extraction Based on Semantic Detection and Improved K-Means Algorithm", *IEEE Access* 8. January 2020, pp 171129-171139. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3025193
3. X. Zheng, Q. Lei, R. Yao, Y. Gong, and Q. Yin, "Image segmentation based on adaptive K-means algorithm" *EURASIP J. Image Video Process.*, vol. 2018, no. 1, p. 68.

КОНЦЕПЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Вступ. Енергетична ефективність стає критичною у сучасних умовах. Зростання вартості енергоресурсів і дедалі більша увага до змін клімату змушують уряди, бізнеси та споживачів шукати способи зниження енергоспоживання. На тлі глобальної кліматичної кризи уряди багатьох країн запроваджують суворі норми та стандарти для зниження викидів парникових газів і енергетичних втрат. Оптимізація енергоспоживання веде до суттєвого зниження витрат на комунальні послуги, що є важливою перевагою як для окремих домовласників, так і для великих житлових комплексів. Навіть невеликі покращення в енергоефективності можуть призвести до значних заощаджень у довгостроковій перспективі [1-4].

Моніторинг житлових будівель на основі комп'ютерного зору дозволяє будівлям відповідати екологічним стандартам, сприяє зниженню вуглецевого сліду та підтримує концепцію сталого розвитку. Отже, енергетичний моніторинг житлових будівель на основі комп'ютерного зору стає актуальним рішенням в умовах зростання вартості енергії, екологічних викликів та поширення "розумних" технологій. Його впровадження допомагає підвищити ефективність використання ресурсів, знизити витрати на енергоспоживання та сприяє збереженню довкілля. Тому задача розроблення кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору є актуальною та важливою.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес енергетичного моніторингу житлових будівель. Предмет дослідження – кіберфізична система енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації енергетичного моніторингу житлових будівель за допомогою кіберфізичної системи на основі комп'ютерного зору.

Основний матеріал. Комп'ютерний зір дозволяє автоматизувати процес моніторингу та контролю витрат енергії, виявляти точки неефективного споживання (наприклад, теплові витоки або неекономне використання електроенергії) та оперативно реагувати на проблеми.

Розвиток алгоритмів машинного навчання, штучного інтелекту та обробки зображень зробив можливим точне і ефективне застосування комп'ютерного зору для аналізу енергоспоживання. Камери високої роздільної здатності та спеціалізовані інфрачервоні датчики можуть швидко й точно оцінювати теплові втрати, а також інші показники, які традиційні методи моніторингу не можуть виявити з такою точністю.

Комп'ютерний зір спрощує процес моніторингу, дозволяючи проводити постійний контроль без участі людини. Це знижує ризик людських помилок і дозволяє автоматизувати не лише збір даних, а й прийняття рішень, наприклад, щодо автоматичного регулювання систем опалення, кондиціонування чи освітлення.

Енергетичний моніторинг із використанням комп'ютерного зору може не лише оптимізувати енергоспоживання, але й підвищити безпеку житлових приміщень. Наприклад, система може виявляти аномалії в роботі опалювальних систем або витоки газу та повідомляти власників будинків або технічні служби про потенційні проблеми.

Енергетичний моніторинг житлових будівель на основі комп'ютерного зору – це інноваційний підхід для контролю та оптимізації енерговитрат. Він полягає в аналізі та зборі даних за допомогою камер і технологій комп'ютерного зору для автоматичного виявлення і відстеження поведінки енергоспоживання в будинках.

Основні елементи такого моніторингу:

1) камери та сенсори – використання камер для зйомки інфрачервоних зображень або звичайних відеозаписів для збору інформації про теплові втрати, освітлення, наявність мешканців у приміщеннях;

2) алгоритми комп'ютерного зору – алгоритми аналізують зображення для визначення енергетичних параметрів, таких як температура поверхонь, джерела тепловтрат, або визначення режимів роботи пристроїв (наприклад, чи залишені вони увімкненими без потреби);

3) обробка даних – зібрані дані обробляються, і система може пропонувати рішення для підвищення енергоефективності, наприклад, автоматичне керування освітленням або опаленням, коли приміщення не зайняті.

Перевагами кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору будуть: точність даних (комп'ютерний зір може забезпечити точніші та більш деталізовані дані порівняно зі стандартними сенсорами), безперервний моніторинг (можливість постійного аналізу без необхідності вручну збирати дані), оптимізація витрат енергії (зниження непотрібних енергетичних витрат шляхом автоматичного регулювання).

Кіберфізична система енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору може використовуватись для: визначення витоків тепла з будівлі (через вікна, стіни або дах), автоматичного ввімкнення або вимкнення світла та техніки в залежності від присутності мешканців; контролю за роботою систем опалення або кондиціонування повітря для зниження енергоспоживання в пустих приміщеннях.

Архітектура кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору поєднує фізичні компоненти (датчики, камери) з цифровими елементами (аналітичне програмне забезпечення, алгоритми комп'ютерного зору) для моніторингу та оптимізації енергоспоживання в реальному часі.

Основні компоненти архітектури:

1) фізичний рівень (камери, сенсори та виконавчі механізми) – це апаратна частина системи, що відповідає за збір даних про стан навколишнього середовища;

2) рівень обробки даних (локальна обробка) – алгоритми аналізу відео або зображень, що дозволяють виявити, наприклад, відкриті вікна, увімкнені прилади, що не використовуються;

3) мережевий рівень (зв'язок та передача даних) – передача зібраних сенсорами та камерами даних на сервери або хмарні системи для подальшого аналізу;

4) хмарний рівень (централізована обробка даних) – збір і аналіз даних у хмарних системах, де потужні алгоритми обробляють великі масиви даних для глибшого аналізу;

5) рівень прийняття рішень (керування енергоспоживанням) – система може самостійно приймати рішення про оптимізацію енергоспоживання на основі аналізу даних (наприклад, автоматичне відключення пристроїв або регулювання температури в приміщеннях).

Перевагами такої архітектури є: гнучкість та масштабованість, ефективність енергоспоживання та простота інтеграції.

Така архітектура кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору забезпечує ефективне управління енергоспоживанням та сприяє переходу до сталих технологій у житлових будівлях.

Висновки. Отже, було розроблено концепцію кіберфізичної системи енергетичного моніторингу житлових будівель на основі комп'ютерного зору, яка дозволяє значно покращити енергоефективність і скоротити витрати на енергоресурси в житлових будівлях.

Список літератури

1. D. Wu et al., “Computer vision-based intelligent elevator information system for efficient demand-based operation and optimization”, *J. Building Eng.*, p. 108126, November 2023.

2. A. Reichel, J. Döge, D. Mayer and J. Bräunig, “Application of AI-based Image Processing for Occupancy Monitoring in Building Energy Management”, in *11th Int. Conf. Smart Cities Green ICT Syst.*, 27–29 April 2022. SCITEPRESS, 2022.

3. N. Khan, M. A. Al Hafiz Khan and N. Roy, “Unsupervised Spatio-Temporal Anomalous Thermal Behavior Monitoring of Inside-Built Environments”, in *2023 19th Int. Conf. Distrib. Comput. Smart Syst. Internet Things (DCOSS-IoT)*, Pafos, Cyprus, 19–21 June 2023. IEEE, 2023.

4. J. Telicko and K. Bolotin, “Building Ventilation Optimization Through Occupant-Centered Computer Vision Analysis”, *Latvian J. Phys. Tech. Sci.*, vol. 60, s6, p. 60–70, December 2023.

АРХІТЕКТУРА РОБОТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПО ДОГЛЯДУ ЗА ЗИМОВИМ САДОМ

Вступ. Актуальність роботизованої системи для догляду за зимовим садом зумовлена сучасними тенденціями розвитку технологій, зростанням інтересу до автоматизації рутинних процесів, а також екологічними та економічними викликами. Зимовий сад вимагає постійного догляду, включаючи полив, контроль за температурою, вологістю, підрізку рослин, підсвічування, добриво тощо. В умовах сучасного ритму життя у людей часто не вистачає часу для виконання таких завдань, особливо якщо кількість рослин значна. Роботизовані системи дозволяють автоматизувати ці процеси, значно полегшуючи догляд за садом і підвищуючи ефективність управління ним. Роботизована система може підтримувати ідеальні умови для рослин без людського втручання. Стабільний контроль за температурою, вологістю, рівнем освітлення та іншими важливими параметрами сприяє кращому здоров'ю рослин, підвищенню їх врожайності та декоративної привабливості. Сучасні роботизовані системи використовують датчики та алгоритми штучного інтелекту для оптимального використання води, енергії та добрив. Це не лише знижує витрати на утримання зимового саду, але й мінімізує вплив на навколишнє середовище. Зменшення надмірного використання ресурсів є особливо актуальним в умовах глобальних екологічних викликів [1-3]. З огляду на сучасні глобальні виклики, такі як зміна клімату та зростання урбанізації, автоматизація садівництва сприяє сталому розвитку. Роботизовані системи допомагають створювати екологічно збалансовані простори в містах, де обмежено природні ресурси і простір. Роботизовані системи для догляду за зимовими садами актуальні в контексті сучасних викликів, пов'язаних із браком часу, необхідністю ефективного використання ресурсів, інтеграцією автоматизації в повсякденне життя та екологічними тенденціями. Вони значно полегшують догляд за рослинами, забезпечуючи їм оптимальні умови для зростання, і стають важливим інструментом для створення та підтримки сталого і комфортного середовища. Тому задача розроблення роботизованої системи по догляду за зимовим садом є наразі актуальною.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес автоматизованого догляду за зимовим садом. Предмет дослідження – роботизована система по догляду за зимовим садом. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації догляду за зимовим садом за допомогою роботизованої системи.

Основний матеріал. Роботизована система по догляду за зимовим садом – це інтелектуальна автоматизована система, яка поєднує сучасні технології робототехніки, штучного інтелекту і датчиків для автоматичного догляду за рослинами в закритому середовищі зимового саду. Вона забезпечує ефективне управління поливом, освітленням, температурою, вологістю та іншими важливими факторами, необхідними для оптимального зростання рослин.

Архітектура роботизованої системи для догляду за зимовим садом:

1) сенсорний модуль – цей модуль забезпечує збирання даних про стан середовища в зимовому саду:

- сенсори вологості ґрунту вимірюють рівень вологості в ґрунті і передають дані системі для управління поливом;
- температурні датчики вимірюють температуру повітря та ґрунту, щоб забезпечити оптимальні умови для рослин;
- сенсори освітленості вимірюють інтенсивність природного та штучного освітлення для коригування режимів підсвічування;
- датчики вуглецю (CO₂) контролюють рівень CO₂, необхідний для фотосинтезу, особливо важливий в умовах закритого простору;

2) роботизовані пристрої:

- поливальний робот – мобільний робот, оснащений системою поливу, здатний автоматично поливати рослини в залежності від показників сенсорів вологості ґрунту; він може переміщатися по саду або використовувати фіксовану систему подачі води для конкретних рослин;

- робот для підрізання та догляду – робот з інструментами для обрізки листя, стебел та квітів; він може виконувати точну роботу з догляду за рослинами, зокрема, видаляти сухе листя або підтримувати форму дерев та кущів;

- робот для підсвічування – робот, який вмикає та вимикає автоматизовані лампи або мобільні світлодіодні системи, які підлаштовуються під потреби рослин, забезпечуючи їх додатковим світлом у похмурі дні або вночі;

3) система управління кліматом – ця система контролює основні параметри клімату:

- управління опаленням та охолодженням – автоматичне регулювання температури повітря за допомогою вентиляторів, обігрівачів або кондиціонерів;

- вентиляційна система – механізм для контролю рівня свіжого повітря в закритому просторі зимового саду, що допомагає підтримувати оптимальний рівень вологості та температури;

- зволожувачі та осушувачі повітря – механізм для контролю вологості в середовищі, де різні рослини можуть потребувати різних умов;

4. інтелектуальний модуль використовується для аналізу даних з сенсорів та прогнозування потреб рослин; він може навчатися на основі історичних даних про рослини і середовище, щоб забезпечувати оптимальний догляд; допомагає системі адаптуватися до змін у довкіллі та коригувати дії роботів на основі аналізу зібраних даних; система може планувати завдання, такі як полив, обрізка та підсвічування, на основі погодніх прогнозів або сезонних змін;

5) інтерфейс користувача:

- мобільні застосунки – користувач може контролювати та налаштовувати систему через смартфон або планшет; застосунок відображає реальні дані про стан зимового саду, показники клімату і дає змогу вручну регулювати параметри;

- голосові асистенти – інтеграція з голосовими помічниками (Google Assistant, Alexa) для керування роботою системи за допомогою голосових команд;

- візуалізація даних – графіки та діаграми показують стан рослин і їхнє зростання, а також ефективність системи догляду.

6) автоматизована система живлення:

- добрива – роботизовані системи для автоматичної подачі добрив у ґрунт в залежності від потреб кожної рослини;

- розподіл поживних речовин – система розподіляє необхідні мікроелементи рівномірно та з урахуванням особливостей окремих видів рослин.

Переваги роботизованої системи для догляду за зимовим садом: економія часу за рахунок автоматизації рутинних процесів, оптимізація умов для рослин, зниження витрат на утримання, постійний моніторинг та коригування, індивідуальний підхід.

Недоліки роботизованої системи по догляду за зимовим садом: вартість, потреба у технічному обслуговуванні, несумісність з різними видами рослин.

Висновки. Розроблено архітектуру роботизованої системи догляду за зимовим садом, яка дозволяє автоматизувати ключові процеси вирощування рослин у контрольованому середовищі. Завдяки поєднанню робототехніки, датчиків та штучного інтелекту, така система створює оптимальні умови для рослин, забезпечуючи максимальну ефективність і зручність для користувачів.

Список літератури

1. R. Filippov and D. Khort, “Multifunctional Robotic Device with Intelligent Positioning System”, *E3S Web Conf.*, vol. 493, p. 01003, 2024.
2. M. Sportelli et al., “Autonomous Mower Management Systems Efficiency Improvement: Analysis of Greenspace Features and Planning Suggestions”, *Agriculture*, vol. 9, № 6, p. 115, June 2019.
3. E. Pitowarno, A. Darmawan, F. Ali Fikri El Munba’its and B. Pramuditya Affandy, “Multi-Agro: Design and Development of a Cartesian-based SelfPlantation Robot for Home-Scale Gardens with Mobile App”, *BIO Web Conf.*, vol. 80, p. 06006, 2023.

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. Сучасні комп'ютерні технології масово використовують цифрові зображення для отримання інформації про навколишній світ. Цифрові зображення є достатньо компактними та легкими в обробці, при цьому можуть нести велику кількість інформації, яку можна використовувати для проведення аналізу та прийняття рішень в автоматичному режимі. Лідери цифрового ринку вкладають значні ресурси для підвищення рівня якості існуючих методів та алгоритмів обробки цифрових зображень, оскільки використання сучасних розробок в даному напрямку дозволяє зменшити вимоги до апаратної складової технічної розробки, при цьому втрат якості не відбудеться. Алгоритми обробки та виділення інформативних артефактів з відображеної сцени, в більшості випадків легко реалізують, не вимагають значних обчислювальних потужностей та можуть бути легко інтегровані в програмні розробки різної складності. Використання цифрових зображень та алгоритмів їх обробки є достатньо ефективним та дешевим засобом підвищення функціональних можливостей програмно-апаратних систем та підвищення рівня їх конкурентоспроможності на сучасному ринку інформаційних продуктів.

Одним з головних напрямів в процесі обробки цифрових зображень є етап розділення вхідного зображення на однорідні області з подальшим маркуванням або класифікацією даних областей на основі виділених інформативних ознак. Процес розбиття вхідного зображення на однорідні за деяким критерієм області називається сегментацією. Процес сегментації є одним з найважливіших під час обробки та аналізу зображень, оскільки від якості та точності результатів його роботи в подальшому буде залежати кінцевий результат аналізу вхідних даних. Тому проведення аналітичного огляду алгоритмів сегментації є актуальною задачею.[1]

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи та алгоритми обробки кольорових цифрових зображень. Предмет дослідження – алгоритми сегментації кольорових цифрових зображень. Метою даного дослідження є аналіз, опис та порівняння алгоритмів сегментації цифрових зображень з метою виділення основних переваг та недоліків кожного з них. В подальшому результати даного дослідження будуть використані для підбору максимально ефективного алгоритму при розробці програмних та програмно-апаратних систем обробки цифрових зображень з елементами штучного інтелекту.

Основний матеріал. На сьогоднішній день існує багато підходів для реалізації задачі розбиття зображення на однорідні області. В основі усіх алгоритмів лежить інформація про кольірну характеристику окремих точок на зображенні, а також їх взаєморозташування. На основі даної інформації були алгоритми дозволяють прийняти рішення про належність точки до конкретної однорідної області. Рішення про віднесення точки може ґрунтуватись як на основі якоїсь окремої інформативної характеристики так і використовувати поєднання ознак, при цьому можуть використовуватись різні вагові коефіцієнти. При цьому, визначається часові затримки при отриманні вихідного результату. Збільшення кількості характерних ознак, на основі яких приймається рішення про приєднання окремої точки зображення до однорідної області обернено пропорційно впливає на час роботи алгоритму. Тому під час інтеграції алгоритмів сегментації в програмні системи необхідно проаналізувати які алгоритми є максимально ефективною в залежності від типу вхідних зображень.

На сьогодні алгоритми сегментації, в залежності від принципу роботи, можна розділити на декілька окремих груп. Серед основних груп алгоритмів сегментації можна виділити такі: порогова сегментація, сегментація на основі кластеризації, сегментація на основі методів теорії графів, сегментація на основі технологій штучного інтелекту.

Порогова сегментація є одним з найпростіших методів сегментації, що базується на порівнянні значень пікселів з певним порогом [2]. У випадку кольорових зображень, алгоритм може бути застосований до кожного каналу кольору окремо. Наприклад, для зображення в RGB-

форматі можна визначити пороги для кожного з каналів, щоб виділити певні кольори. Дана група алгоритмів є найшвидшою під час виконання та може бути використана під час проектування та розробки програмних рішень які опрацьовують зображення з невеликою кількістю кольорів на них. Основною перевагою даного підходу є простота реалізації та низькі вимоги до обчислювальних ресурсів. Проте, дані алгоритми є надзвичай чутливі до шумів на зображенні, а також залежні від алгоритму вибору порогового значення.

Кластеризація є потужним методом для сегментації зображень, який ґрунтується на групуванні пікселів, що мають подібні кольори або інші характеристики [3]. Дана група алгоритмів є достатньо швидкою та дозволяє опрацьовувати зображення які відображають складні сцени. Використання усереднених значень для цілої однорідної області дозволяє визначати порогові значення більш гнучко, що підвищує рівень якості сегментації та зменшує кількість точок які можуть бути віднесені до декількох сусідніх однорідних областей. Один із найпоширеніших алгоритмів кластеризації – К-середніх (K-means). Алгоритми даної групи можуть швидко опрацьовувати великі обсяги даних з складними структурами на них, проте на кінцевий результат можуть значно впливати початкова інформація про кожний з окремих кластерів.

Методи сегментації на основі графів розглядають зображення як граф, де пікселі є вершинами, а ребра представляють відстань або схожість між ними. Даний підхід ґрунтується на теорії графів, що робить його більш математично обґрунтованим. Використання даного підходу є дозволяє проводити обробку та аналізу цифрових зображень, які містять об'єкти різної форми та складності. При цьому алгоритми забезпечують високу точність отриманих результатів. Проте, переваги даної групи алгоритмів вимагають високих обчислювальних затрат, а процес реалізації є достатньо складним. Один з популярних алгоритмів у цій категорії – алгоритм сегментації на основі нормалізованих графів.

Окремо, слід виділити групу алгоритмів, що в своїй роботі використовують штучні нейронні мережі. Алгоритми сегментації даної групи в своїй роботі використовують методи глибокого навчання, зокрема нейронні мережі, такі як U-Net та FCN (Fully Convolutional Networks). Ці моделі навчаються на великих обсягах даних і можуть забезпечити високу точність сегментації. U-Net складається з двох частин: експандерної та контракційної. Експандерна частина відповідає за зменшення розмірності зображення, тоді як контракційна частина відновлює його до початкових розмірів, застосовуючи пропуски для збереження інформації про контекст. Основними перевагами даної групи алгоритмів сегментації є висока точність та невеликі навчальні вибірки для початку роботи. При цьому, додатково можна впровадити етап самонавчання під час роботи з реальними зображенням, що в перспективі дозволить ще більше підняти рівень точності сегментації зображення. Серед недоліків можна виділити залежність від налаштування стартових параметрів та необхідність використання великих обчислювальних потужностей.

Висновки Сегментація кольорових цифрових зображень є ключовим етапом в обробці зображень, що має величезне значення в різних галузях. Вибір алгоритму сегментації залежить від специфіки завдання, обсягу даних та вимог до точності. Порогова сегментація підходить для простих завдань, де є чітке розділення кольорів, тоді як методи кластеризації та сегментації на основі графів надають більш гнучкі рішення для складніших ситуацій. Алгоритми на основі глибокого навчання демонструють найвищу точність, але потребують значних ресурсів для навчання.

Список літератури

1. О.Лебедєва, Д.Нікова, К.Трифонов " Алгоритм сегментації цифрового зображення" *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. Vol. 2, No. 4, 2023, pp. 19-27. doi: 10.46299/j.isjea.20230204.03.
2. H. Jia Jun Ma and W. Song, "Multilevel Thresholding Segmentation for Color Image Using Modified Moth-Flame Optimization", *IEEE Access* (2019), Vol-7, PP- 44097–44134.
3. S. Prabu and J.M. Gnanasekar "A Study on Image Segmentation Method for Image Processing" *Recent Trends in Intensive Computing*, 2021. 419-424.

КОНЦЕПЦІЯ МОБІЛЬНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЧИСТОТИ ДОВКІЛЛЯ

Вступ. В зв'язку з урбанізацією та збільшенням кількості відходів проблема забруднення стає особливо актуальною для міст. Мобільно-орієнтована інформаційна система моніторингу чистоти довкілля є важливим і сучасним інструментом, який спрямований на спостереження за станом навколишнього середовища з використанням мобільних технологій. Така система може слугувати інструментом для громадськості, місцевої влади та екологічних організацій у боротьбі за збереження чистоти довкілля [1-4]. Мобільно-орієнтована інформаційна система моніторингу чистоти довкілля є потужним інструментом для екологічного моніторингу, підвищення свідомості громадян та забезпечення оперативної взаємодії щодо підтримки чистоти та сталого розвитку міста.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес опрацювання інформації під час моніторингу чистоти довкілля. Предмет дослідження – мобільно-орієнтована інформаційна система моніторингу чистоти довкілля. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації моніторингу чистоти довкілля за допомогою мобільно-орієнтованої інформаційної системи.

Основний матеріал. Існує ряд відомих систем моніторингу чистоти довкілля, які використовують сучасні технології для збору та аналізу екологічних даних:

AirVisual – це глобальна система моніторингу якості повітря, яка надає дані про рівень забруднення повітря в реальному часі; AirVisual збирає інформацію з різних сенсорів по всьому світу та відображає її на інтерактивній карті; показує рівень PM2.5, CO2, озону та інших забруднювачів; надає прогноз щодо якості повітря та рекомендації для захисту здоров'я. Доступна як мобільний додаток, так і через вебінтерфейс;

BreezoMeter – це система моніторингу повітря, яка використовує дані з офіційних станцій, супутників і алгоритмів машинного навчання для надання точної інформації про якість повітря. Надає дані в режимі реального часу про якість повітря, рівень пилку та загрозу для здоров'я. Доступна як API для інтеграції в інші системи або програми. Інформація доступна як у глобальному, так і локальному масштабі;

Plume Labs – сервіс для моніторингу повітря з додатком Plume Air Report, який допомагає користувачам відстежувати рівень забруднення в реальному часі. Відображає забруднення повітря у вашому місті, прогнозує рівень забруднення на основі історичних даних і поточних погодних умов. Надає рекомендації для безпечного пересування містом і організації активностей на відкритому повітрі;

Global Forest Watch – платформа, яка надає дані про стан лісів по всьому світу за допомогою супутникових знімків та інноваційних інструментів моніторингу. Виявляє вирубку лісів, пожежі та зміни в екосистемах лісів. Користувачі можуть отримувати сповіщення про незаконну вирубку або пожежі в конкретних регіонах. Зручна для аналізу змін у лісовому покриві та забезпечення дій щодо збереження лісів;

Earth Challenge 2020 – глобальний проєкт, створений у рамках ініціативи Earth Day, який залучає громадськість до збору даних про екологічний стан планети. Користувачі можуть надсилати дані про забруднення повітря, стан води, сміття тощо через мобільний додаток. Відкрита платформа для громадянської науки, яка дозволяє людям у всьому світі долучитися до збору екологічних даних;

PurpleAir – це система моніторингу повітря, що використовує невеликі та доступні датчики для збору даних про якість повітря в реальному часі. Вимірює кількість частинок PM2.5 і PM10 в повітрі та надає ці дані через інтерактивну карту. Користувачі можуть самі встановлювати датчики PurpleAir для отримання локальних даних про стан повітря;

Marine Traffic – це система моніторингу морських перевезень і суден, яка також забезпечує моніторинг забруднення води та морського середовища. Збирає дані про морський рух і використовує їх для моніторингу викидів забруднюючих речовин від суден у прибережних зонах. Зручна для моніторингу екологічного впливу морських суден і контролю чистоти води в прибережних регіонах;

OpenAQ – глобальна платформа, яка надає відкриті дані про якість повітря, збираючи їх із різних державних та приватних джерел. Платформа об'єднує дані про забруднення повітря з різних частин світу та робить їх доступними для громадськості й дослідників. Дані можна використовувати для наукових досліджень або розробки екологічних політик;

EcoVisio (Молдова) – локальна система моніторингу якості води та повітря, яка діє в Молдові і спрямована на інформування громадян про екологічний стан у регіоні. Платформа надає дані про забруднення повітря, як місцеві, так і глобальні, і допомагає у вирішенні локальних екологічних проблем. Орієнтована на взаємодію з громадянами для покращення екологічної ситуації в регіоні;

Fluker Post Project (Австралія) – громадська система моніторингу стану довкілля за допомогою фотографій, зроблених користувачами на спеціальних точках, встановлених у природних парках. Дозволяє користувачам документувати зміни в навколишньому середовищі через фотознімки, що допомагає екологам відстежувати екосистемні зміни. Взаємодія громадськості з екологами для моніторингу природоохоронних територій;

Water Quality Monitoring System (WQMS) – це система, яка використовується для моніторингу якості води у річках, озерах та водосховищах, забезпечуючи безперервний збір даних про вміст хімічних забруднювачів, кисню, рН рівень, температуру та інші показники. Вимірює фізичні, хімічні та біологічні параметри води в реальному часі, що дозволяє своєчасно виявляти випадки забруднення водних ресурсів. Системи можуть бути обладнані автономними датчиками, що передають інформацію в режимі реального часу до центральної бази даних;

Sentinel Satellite Monitoring – це серія супутників Європейського космічного агентства (ESA), які збирають інформацію про стан атмосфери, землі та води. Дані надаються у відкритому доступі, що дозволяє дослідникам і урядам використовувати їх для створення екологічних політик і рішень.

AQMesh – це система сенсорних платформ для моніторингу якості повітря, які можуть бути встановлені в міських умовах або на промислових об'єктах для виявлення локальних джерел забруднення. Вимірює концентрації основних забруднювачів, таких як NO₂, SO₂, CO, O₃, PM_{2.5} і PM₁₀. Компактність і можливість створення локальних мереж для моніторингу забруднення на рівні окремих районів або підприємств.

Citizen Science Projects – громадські проекти, у яких люди встановлюють власні датчики для вимірювання якості повітря. Один із найвідоміших прикладів – проект "Luftdaten", що дозволяє будь-кому створити недорогий сенсор і долучитися до глобальної мережі. Моніторинг якості повітря на місцевому рівні з можливістю отримання та аналізу даних через відкриту платформу. Заохочує участь громадян у зборі екологічних даних, що робить систему доступною та гнучкою для багатьох регіонів.

EPA's AirNow (США) – платформа, створена Агентством з охорони навколишнього середовища США (EPA) для моніторингу якості повітря. Показує дані про забруднення повітря в реальному часі та прогноз на кілька днів. Інформація надається для широкої громадськості та урядових установ. Платформа розроблена з метою інформування громадян про екологічні ризики для здоров'я в залежності від рівня забруднення.

GLOBE Observer – цей проєкт від NASA залучає громадян до моніторингу стану довкілля за допомогою мобільних додатків. Користувачі можуть збирати дані про стан атмосфери, покриття хмар і змін клімату. Користувачі можуть надсилати свої спостереження, які потім використовуються для вивчення впливу кліматичних змін та інших екологічних факторів. Активне залучення громадян до збору даних робить платформу важливим інструментом для моніторингу кліматичних і екологічних змін.

Системи моніторингу чистоти довкілля мають величезне значення для вирішення екологічних проблем у сучасному світі. Очевидно, що більшість з них забезпечують доступ до

реальних даних про стан повітря, води, шумового забруднення та інших екологічних параметрів. Використання таких систем може допомогти урядам, науковцям і громадянам вчасно реагувати на екологічні виклики, сприяти розробці політик для покращення якості життя та збереження довкілля. Майбутнє цих систем може включати ще більш тісну інтеграцію з мобільними додатками та іншими технологіями, що дозволить ще ширшій аудиторії долучатися до процесів збереження природи та екологічного моніторингу.

Основними функціями розроблюваної мобільно-орієнтованої інформаційної системи моніторингу чистоти довкілля будуть: збір даних про стан довкілля; повідомлення волонтерів про наявні екологічні проблеми у конкретних місцях; моніторинг забруднення в реальному часі; взаємодія з користувачами; аналітика та звіти.

Ключовими перевагами такої системи будуть широкий доступ і зручність використання; оперативність реагування; підвищення екологічної свідомості громадян за рахунок їх активної участі (користувачі можуть надсилати фото, відео та коментарі про екологічні проблеми, що допомагає створювати карту проблемних зон; бали та рейтинги за активні дії користувачам як елементи гейміфікації); оперативне реагування (система забезпечує можливість швидко отримати інформацію про забруднення та вжити заходів для його ліквідації); зниження витрат на моніторинг; планування екологічних заходів (аналітичні інструменти системи можуть допомогти в розробці планів щодо покращення екологічної ситуації та моніторингу ефективності заходів).

Технологічні особливості реалізації мобільно-орієнтованої інформаційної системи моніторингу чистоти довкілля: геолокація (використання GPS для визначення точного місця забруднення та відображення його на карті міста); інтеграція з вуличними камерами, встановленими у місті; хмарні технології: дані, зібрані користувачами, можуть зберігатися в хмарному середовищі, що забезпечує їх доступність для аналітики, зберігання та подальшого використання; інтерфейс для взаємодії з волонтерами, громадськими організаціями та органами влади (міські екологічні департаменти, муніципальні служби тощо) для вжиття необхідних заходів.

Можливими напрямами розвитку мобільно-орієнтованої інформаційної системи моніторингу чистоти довкілля є розширення функціоналу (додавання можливості моніторингу інших екологічних аспектів – наприклад, енергоспоживання, рівень шуму, контроль зелених зон); використання штучного інтелекту (застосування штучного інтелекту для аналізу даних та прогнозування можливих екологічних проблем).

Мобільно-орієнтована інформаційна система моніторингу чистоти довкілля сприяє формуванню екологічно відповідальної спільноти та підтримує ідеї сталого розвитку, що є важливим для екологічного балансу планети.

Висновки. Отже, було розроблено концепцію мобільно-орієнтованої інформаційної системи моніторингу чистоти довкілля.

Список літератури

1. K. Singh, M. Yadav and R. K. Yadav, “IoT-Based Automated Dust Bins and Improved Waste Optimization Techniques for Smart City”, in *Revolutionizing Automated Waste Treatment Systems*. IGI Glob., 2024, p. 167–194.
2. J. She, “A Study on Monitoring Water Pollution Events Based on Natural Language Processing and Social Media”, in *2024 5th Int. Conf. Comput. Eng. Application (ICCEA)*, Hangzhou, China, 12–14 April 2024. IEEE, 2024.
3. P. Sharma, P. Gaba, A. Verma and S. Mall, “IoT and Camera Vision Implemented Smart Bins”, in *2023 Int. Conf. Communication, Secur. Artif. Intell. (ICCSAI)*, Greater Noida, India, 23–25 November 2023. IEEE, 2023..
4. M. E. Meyer and M. Sorek-Hamer, “Developing a Spacecraft Air Quality Index for Future Missions”, *New Space*, vol. 8, № 4, p. 184–192, December 2020.

АРХІТЕКТУРА МОБІЛЬНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ МІСЦЯ ДЛЯ ВІДПОЧИНКУ

Вступ. Мобільні додатки та онлайн-сервіси для пошуку місць відпочинку стають невід'ємною частиною сучасного життя. Такі системи можуть інтегруватися з картами, соціальними мережами та іншими платформами, що дозволяє отримати максимально зручний користувацький досвід [1]. У сучасних умовах, коли подорожі за межі країни або навіть регіону можуть бути обмежені через різні фактори (пандемії, економічні труднощі, війна), зростає попит на локальні подорожі та відпочинок у межах свого міста. Люди шукають нові можливості для відпочинку ближче до дому [2]. В умовах ризиків, інформаційна система може надавати інформацію про заходи безпеки в конкретних локаціях, кількість вільних місць чи можливість бронювання, що робить відпочинок безпечнішим і зручнішим [3, 4].

Відтак інформаційна система для вибору місця відпочинку у своєму місті є актуальним інструментом, що відповідає потребам сучасних користувачів у локальних подорожах, оптимізації часу, персоналізації та підтримці локального бізнесу.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес опрацювання інформації під час пошуку місць відпочинку. Предмет дослідження – мобільно-орієнтована інформаційна система вибору місця для відпочинку. Головна мета даного дослідження полягає в автоматизації вибору місця відпочинку у своєму місті за допомогою мобільно-орієнтованої інформаційної системи.

Основний матеріал. Для вибору місця для відпочинку існує чимало корисних вебсайтів, які допоможуть знайти ідеальне місце для подорожі, порівняти ціни, дізнатися про варіанти проживання, розваги та місцеві визначні пам'ятки. Всі ці платформи пропонують безліч можливостей для вибору місця відпочинку, планування подорожей та бронювання всіх необхідних послуг залежно від уподобань і бюджету, що робить процес організації подорожі простішим і ефективнішим. Проте відомі інструменти, в основному, спрямовані на пошук варіантів для проживання і транспорту, а також на культурні заходи та гастрономічні заклади, проте не надають інформації про найближчу вбиральню або про найближче укриття тощо.

Багато міст пропонують широкий вибір розваг, заходів та місць для відпочинку, які постійно змінюються. Інформаційна система дозволить тримати людей у курсі про нові ресторани, парки, культурні події, фестивалі або виставки, які вони могли б пропустити без таких ресурсів.

Часто жителі міста витрачають багато часу на пошук інформації про те, де можна провести час. Інформаційна система допоможе заощадити час, надаючи централізовану платформу, де легко знайти рекомендації щодо місць, які відповідають інтересам користувача, бюджетам або настроям.

Завдяки можливостям сучасних технологій, інформаційна система може надавати персоналізовані рекомендації на основі попереднього досвіду користувача, його уподобань, віку, часу доби, погодних умов тощо. Це робить вибір місця для відпочинку більш точним і відповідним поточним потребам.

Інформаційна система допомагатиме малим та середнім бізнесам, що займаються розважальними послугами (ресторани, кафе, театри, кінотеатри тощо), залучати більше клієнтів. Це також сприяє економічному розвитку міста, адже така платформа дає можливість просувати місцеві заходи та локації.

Інформаційна система може створювати можливості для соціальної взаємодії – користувачі можуть ділитися рекомендаціями, створювати групові заходи або обмінюватися своїми планами з друзями, що підвищує їхню цінність.

Діаграму діяльності мобільно-орієнтованої інформаційної системи вибору місця для відпочинку наведено на рисунку 1.

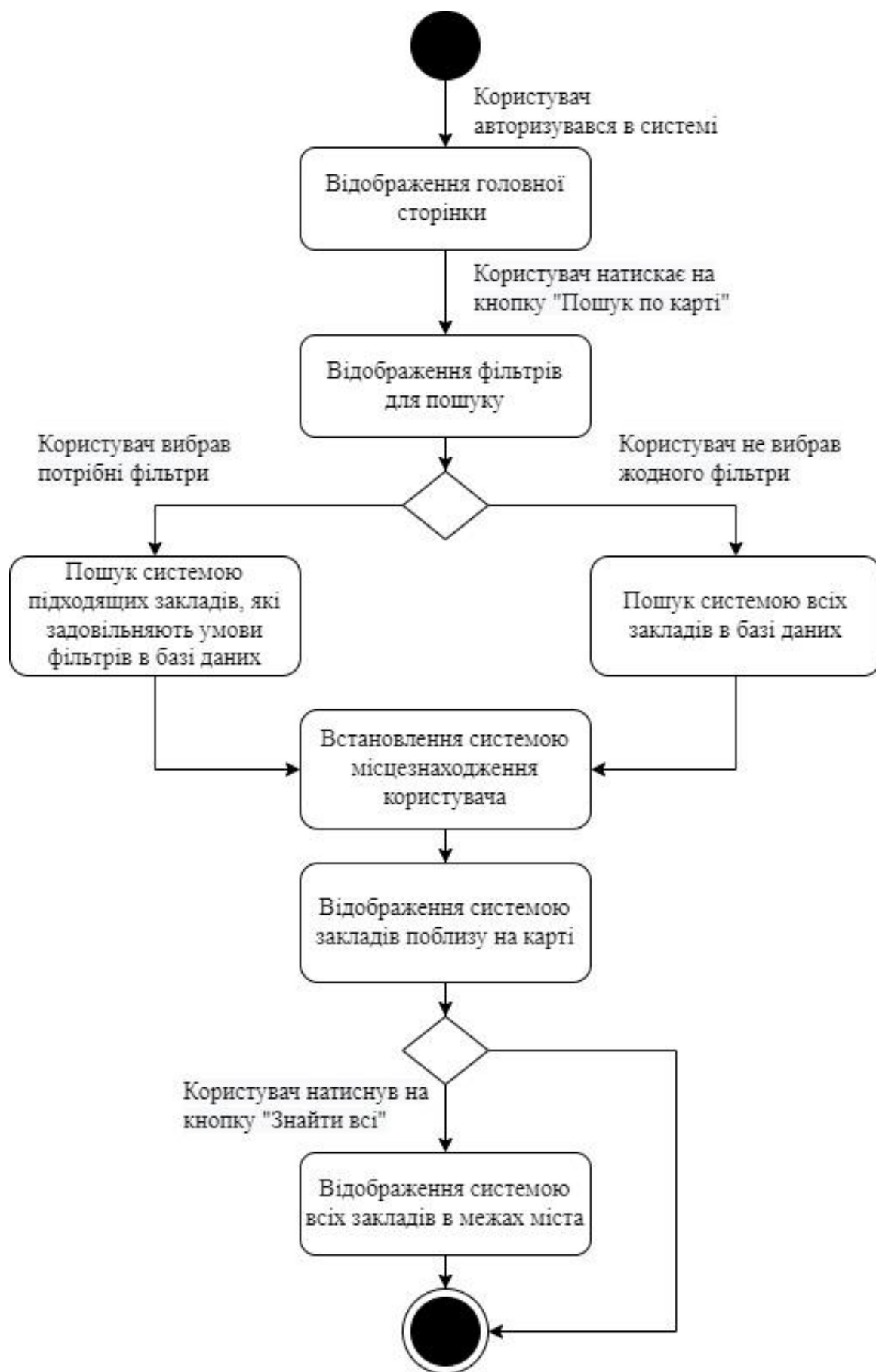


Рисунок 1 – Діаграма діяльності

Граф керування веб-сайтом з візуалізацією сторінок зображений на рис. 2.



Рисунок 2 – Граф керування мобільно-орієнтованою інформаційною системою з візуалізацією сторінок

Висновки. Отже, було виконано планування, проєктування та реалізація мобільно-орієнтованої інформаційної системи вибору місця для відпочинку у місті Хмельницькому.

Список літератури

1. D. A. Hensher, E. Wei, W. Liu and C. Balbontin, “Profiling future passenger transport initiatives to identify the growing role of active and micro-mobility modes”, *Transp. Res. Part A: Policy Pract.*, vol. 187, p. 104172, September 2024.
2. Y. Zhang and Y. Sun, “Smart travel planning system based on kernel density estimation and similarity metric clustering algorithm”, *Evol. Intell.*, September 2024.
3. P. Jakubeit, A. Peter and M. van Steen, “RoomKey: Extracting a Volatile Key with Information from the Local WiFi Environment Reconstructable Within a Designated Area”, in *10th Int. Conf. Inf. Syst. Secur. Privacy*, Rome, Italy, 26–28 February 2024. SCITEPRESS, 2024.
4. Y. Yang, S. Wang, D. Li, S. Sun and Q. Wu, “GeoLocator: A Location-Integrated Large Multimodal Model (LMM) for Inferring Geo-Privacy”, *Appl Sci*, vol. 14, no. 16, p. 7091. August 2024.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ТЕКСТІВ

Вступ. Сучасний світ неможливо уявити без швидкого розвитку технологій, які значно полегшують наше повсякденне життя. Однією з таких технологій є система розпізнавання рукописних текстів, яку можна представити як частину більш широкої галузі, а саме обробки природної мови та комп'ютерного зору. Це дозволяє комп'ютерам розуміти, інтерпретувати та обробляти інформацію, написану від руки, що стає все більш актуальним у сучасному інформаційному суспільстві. Рукописний текст, як форма комунікації, залишається незамінним у багатьох сферах, від освіти до бізнесу. Незважаючи на те, що цифрові технології поступово витісняють традиційний письмовий текст, потреба в розпізнаванні рукописних записів залишається високою. Це пов'язано з необхідністю оцифрування документів, автоматизації обробки даних і забезпечення доступу до інформації, яка досі існує в паперовому форматі. Тому проведення аналітичного огляду технологій, методів та алгоритмів виділення та розпізнавання рукописних текстів є актуальною задачею [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи та алгоритми обробки та аналізу цифрових зображень. Предмет дослідження – цифрові зображення з рукописною текстовою інформацією. Метою даного дослідження є аналіз та виділення основних переваг та недоліків використання сучасних технологій розпізнавання цифрових зображень з рукописними текстами. Отримані в результаті дослідження дані можуть бути використані при розробці програмних систем з елементами обробки цифрових зображень у бібліотечній, архівній, банківській та суміжних сферах.

Основний матеріал. У світі, де інформація та дані набувають все більшого значення, технології розпізнавання рукописних текстів (OCR, Optical Character Recognition) стають невід'ємною частиною різноманітних галузей. Вони забезпечують автоматизовану обробку, аналіз і конвертацію тексту, написаного від руки, у цифровий формат, що робить їх важливими для бізнесу, освіти, медицини та інших сфер. Однією з основних проблем, з якою стикаються системи розпізнавання рукописного тексту, є варіативність написання, адже кожна людина має свій унікальний стиль письма. Нерівності в товщині літер, нахил, різноманітні з'єднання між символами – все це ускладнює задачу. Однак розвиток нових алгоритмів, заснованих на глибокому навчанні, відкриває нові можливості для підвищення точності та ефективності розпізнавання.

В основі технологій розпізнавання рукописних текстів лежать різноманітні алгоритми, які можна умовно поділити на кілька категорій: класичні методи обробки зображень, методи машинного навчання та сучасні методи глибокого навчання.

Класичні методи розпізнавання тексту включають в себе алгоритми, які базуються на обробці зображень та аналізі контурів. Серед них можна виділити **градієнтні методи**, що використовують градієнти яскравості пікселів для виявлення контурів символів. Цей підхід може бути ефективним, але має обмеження в умовах поганої контрастності або наявності шуму. Іншим підходом до вирішення даної задачі є використання методів сегментації. Сегментація полягає у виділенні окремих символів з усього зображення. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як порогова сегментація або кластеризація. Одним із популярних алгоритмів є метод Канта, який виявляє границі на основі змін градієнта. Ще один підхід – це використання технології векторизації. Даний підхід після виявлення контурів символів активує процес їх векторизації, тобто перетворення у набір векторних координат, які можна аналізувати. Це дозволяє зменшити обсяг даних і спростити подальше розпізнавання.

Методи, які базуються на механізмі машинного навчання. Основна ідея полягає в тому, щоб навчити модель на великій кількості прикладів, що дозволяє їй генерувати прогнози для нових, невідомих даних. До даної групи належать метод опорних векторів (SVM) та нейронні

мережі. Метод опорних векторів використовує гіперплощини для розділення даних. SVM показали добрі результати в задачах класифікації символів, однак вони потребують значних обчислювальних ресурсів при роботі з великими наборами даних. Нейронні мережі, зокрема багатошарові перцептрони, виявилися ефективними для розпізнавання рукописного тексту. Вони здатні моделювати складні залежності та патерни в даних, однак вимагають великої кількості навчальних даних.

Методи розпізнавання рукописних текстів, що базуються на технологіях глибокого навчання. Сучасні системи розпізнавання рукописних текстів все більше покладаються на методи глибокого навчання, які забезпечують значні покращення у точності та швидкості. Основні архітектури, які використовуються, включають: конволюційні нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN), універсальні нейронні мережі (U-Net). CNN особливо ефективні для обробки зображень завдяки своїй здатності автоматично виділяти ознаки. Ці мережі працюють, аналізуючи локальні ділянки зображення, що дозволяє їм ідентифікувати характерні елементи рукописного тексту. RNN здатні обробляти послідовності даних, що робить їх корисними для розпізнавання тексту, де порядок символів має значення. Системи, що комбінують CNN і RNN, показують відмінні результати в задачах розпізнавання рукописного тексту. U-Net архітектура, спочатку розроблена для медичної сегментації, успішно застосовується для задач розпізнавання рукописного тексту, дозволяючи досягти високої точності завдяки використанню контекстної інформації.

Сучасні технології, такі як нейронні мережі, особливо рекурентні нейронні мережі (RNN) та конволюційні нейронні мережі (CNN), довели свою ефективність у обробці та розпізнаванні текстів. Вони здатні аналізувати не лише окремі символи, а й контекст, у якому вони з'являються, що значно покращує якість розпізнавання. Це дає змогу системам не лише правильно розпізнавати літери, але й враховувати граматичні та семантичні особливості мови. Окрім цього, важливу роль у вдосконаленні технологій розпізнавання рукописного тексту відіграє доступ до великих обсягів навчальних даних. Бази даних, що містять зразки рукописного тексту, стають ключовими для тренування моделей машинного навчання. У поєднанні з потужними обчислювальними ресурсами, які надають сучасні графічні процесори, це дозволяє досягати значних успіхів у розпізнаванні текстів.

Впровадження технологій розпізнавання рукописних текстів у реальне життя має широкий спектр застосувань. Наприклад, у сфері освіти вони можуть використовуватися для автоматизації перевірки рукописних робіт студентів, що значно зменшує навантаження на викладачів. У бізнесі ж автоматизація обробки документів, написаних від руки, дозволяє зменшити час на введення даних та підвищити ефективність робочих процесів.

Висновки. Технології розпізнавання рукописних текстів мають величезний потенціал у різних сферах людської діяльності. Використання даних технологій дозволяє значно прискорити процеси відновлення та обробки інформації з паперових носіїв інформації. Надати більшості можливості при дослідженні древніх текстів та зображень. Вони можуть допомогти людям з обмеженими можливостями, забезпечуючи їм можливість взаємодії з цифровими системами. Окрім того, розвиток сучасних технологій розпізнавання рукописних текстів не лише покращує ефективність обробки інформації, але й сприяє створенню більш доступного та інтерактивного середовища для користувачів. Це є важливим кроком у напрямку інтеграції традиційних форм комунікації в цифрову еру, що дозволяє зберегти цінність рукописного тексту в умовах швидких змін цифрового світу.

Список літератури

1. Соколенко Д. Г., Корнага Я. І. “Система розпізнавання писемних символів за допомогою нейронної мережі”, *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія Технічні науки*. Том 29 (68) Ч. 2 № 5 2018 с. 56-58
2. Карпович А. В. “Використання згорткових нейронних мереж для задачі класифікації текстів”, *International scientific journal «Internauka»*, № 14(54), 2018 с. 69-73.

ФУНКЦІЇ АКТИВАЦІЇ ТА АРХІТЕКТУРИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ І АНАЛІЗУ ЕМОЦІЙ

Вступ. Функції активації – математичні операції, які переважно використовуються в нейронних мережах для визначення виходу кожного нейрона. Вони приймають суму зважених вхідних сигналів і перетворюють його в інше значення, яке передається в мережі. Використання функцій активації дозволяє нейронним мережам навчатися складним нелінійним залежностям, виходячи за рамки простих лінійних співвідношень.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – нейронні мережі, що використовуються для розпізнавання обличчя та визначення на них емоцій. Предмет дослідження – функції активації та спеціалізовані архітектури нейронних мереж, які підходять для розв'язання задачі розпізнавання емоцій та аналізу обличчя, їх вплив на точність, продуктивність та ефективність роботи таких систем. Головна мета дослідження полягає у розробці та оптимізації нейронних мереж для якісного та точного аналізу обличчя і розпізнавання емоцій у реальному часі. Це включає вибір і дослідження оптимальних функцій активації та структури нейронної мережі, які забезпечать високу ефективність та точність у визначенні емоційного стану, а також виявлення ключових факторів, що впливають на якість класифікації.

Основний матеріал. Функції активації вирішують дві основні проблеми: проблему мертвого нейрона, коли нейрон отримує на вхід занадто багато нулів, та проблему зникнення градієнту, коли градієнти, які використовуються для оновлення ваг мережі в процесі навчання, зменшуються експоненційно на глибших шарах мережі або у довгих послідовностях у RNN, що фактично «заморожує» їхнє навчання.

Розпізнавання емоцій передбачає обробку зображень для виявлення та класифікації емоційних станів на основі виразів обличчя. Функції активації відіграють вирішальну роль, оскільки вони забезпечують можливість навчання мережі нелінійним залежностям, що є важливим для коректного аналізу виразів обличчя.

Функції активації є важливими елементами нейронних мереж, оскільки вони дозволяють моделям виявляти нелінійні зв'язки. Використання різних активаційних функцій, таких як ReLU, Leaky ReLU, ELU та Swish, підвищує здатність мережі розпізнавати особливості обличчя, які відображають емоційні стани. Архітектури глибоких нейронних мереж (DNN), згорткових нейронних мереж (CNN) і рекурентних нейронних мереж (RNN) пропонують різні підходи для обробки статичних і послідовних даних, що суттєво розширює можливості розпізнавання обличчя та емоцій. Зокрема, CNN є популярними для розпізнавання обличчя, оскільки вони ефективно виділяють важливі риси зображень завдяки багатоваршівній структурі. У той час як RNN краще підходять для аналізу емоцій, оскільки вони враховують часову послідовність, що дозволяє отримувати динамічний портрет емоційної реакції. Використання функцій активації, таких як ReLU для CNN і tanh для RNN, забезпечує високу точність і швидкість навчання та покращує обробку послідовностей, що є важливим для відстеження динаміки емоцій. На рисунку 1 показано типовий приклад архітектури для задачі розпізнавання обличчя та аналізу емоцій.

Таблиця 1 містить порівняльний аналіз поширених архітектур для розпізнавання обличчя та аналізу емоцій з різними функціями активації.

Для вирішення задач розпізнавання емоцій важливо враховувати, що різні емоційні стани можуть мати схожі риси, що ускладнює процес класифікації. Використання функцій, таких як Swish і ELU, дозволяє моделювати більш складні нелінійні залежності, що особливо важливо для випадків із високою варіативністю в даних. Наприклад, Swish забезпечує плавний перехід між активаціями, що може бути корисним для обробки нечітких або частково виражених емоційних станів.

Таблиця 1 - порівняльний аналіз поширених архітектур для розпізнавання обличчя та аналізу емоцій з різними функціями активації.

Архітектура	Розпізнавання Обличчя	Аналіз емоції	Функція активації
VGGFace	+	-	ReLU
FaceNet	+	-	ReLU
OpenFace	+	-	ReLU
DeepFace	+	+	ReLU+tanh
Deep Emotional	-	+	tanh

Згорткові архітектури, такі як VGGFace або FaceNet, показують високу ефективність у виділенні ключових рис обличчя завдяки їхній здатності опрацьовувати великі обсяги даних і складні шаблони. Однак для аналізу емоцій, які залежать від динамічних змін у часі, важливу роль відіграє інтеграція рекурентних шарів. Наприклад, поєднання CNN з LSTM- або GRU-шарами дозволяє не лише фіксувати статику, але й враховувати послідовність змін у виразах обличчя. Це забезпечує створення більш універсальних моделей, які можуть бути застосовані у системах реального часу для аналізу поведінки або емоційного стану користувачів.

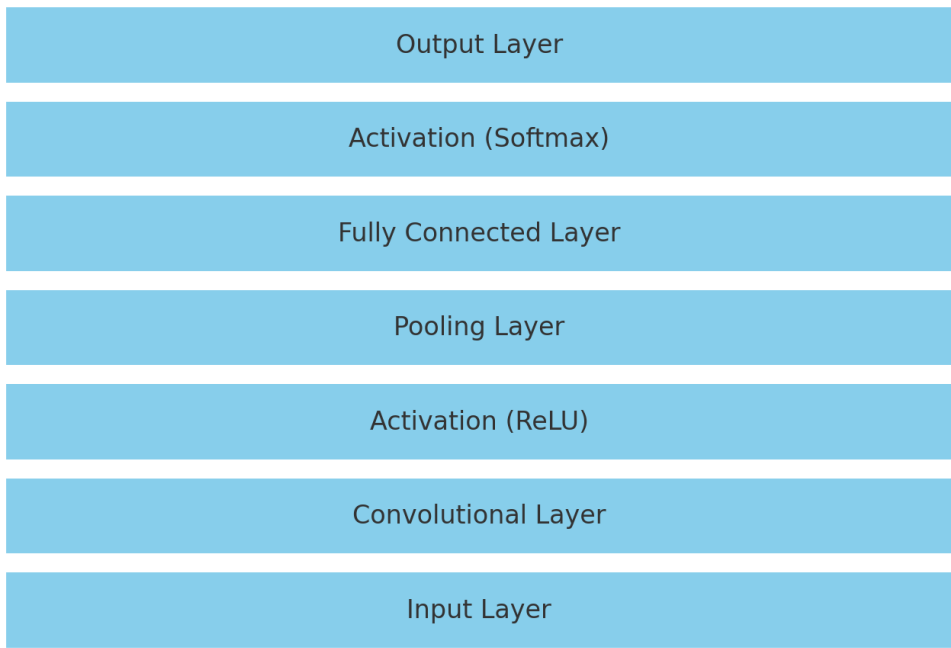


Рисунок 1 – структура нейронної мережі для розпізнавання емоцій та аналізу обличчя.

Висновки. Вибір функцій активації та архітектури нейронних мереж є вирішальним для ефективного розпізнавання обличчя та аналізу емоцій. Використання комбінації CNN і RNN з активаційними функціями ReLU та tanh забезпечує високу точність і швидкість роботи моделі, особливо при інтеграції з інструментами DevOps для автоматизації процесів. Наступні дослідження можуть бути зосереджені на оптимізації моделей для роботи в реальному часі та вдосконаленні архітектур, враховуючи індивідуальні особливості користувачів.

Список літератури

1. M. Alawneh, I. M. Abbadi, "Expanding Neural Network Principles for Facial Recognition and Emotion Analysis," 2022 International Arab Conference on Information Technology, Abu Dhabi, UAE, 2022, pp. 1-6.
2. J. Smith, L. Kiran, "Neural Network Architectures and Activation Functions in Emotion Recognition," Journal of Artificial Intelligence, vol. 15, no. 4, 2023, pp. 32-47.
3. T. Offerman, R. Blinde, "Continuous Integration and Delivery in AI Model Deployment," IEEE International Conference on Engineering Technology, France, 2023.

АЛГОРИТМИ КОНТУРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПИСУ ТА КОДУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. У сучасній обробці зображень контурний аналіз виступає важливим інструментом для автоматизації розпізнавання та класифікації об'єктів. Завдяки своєму фокусу на виявленні та аналізі форм об'єктів, контурний аналіз дозволяє витягувати суттєву інформацію з зображень, що, в подальшому може широко використовуватись для більш складніших досліджень у різних галузях від медичної діагностики до промислової автоматизації. Контур, як поняття, має кілька аспектів. В першу чергу, це геометричний аспект, який описує форму та структуру об'єкта. Контур може бути представлений у вигляді ліній або кривих, що описують межі об'єкта. У цифрових зображеннях контур визначається значеннями пікселів, які відрізняються від значень сусідніх пікселів, що вказує на наявність границі. Ця границя може бути результатом зміни кольору, яскравості або текстури, що створює можливість для її виявлення через різні алгоритми обробки зображень. Тому проведення аналітичного огляду алгоритмів контурного аналізу зображень є актуальною задачею [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи та алгоритми контурного аналізу цифрових зображень. Предмет дослідження – процес опису та кодування об'єктів на цифрових зображеннях. Метою даного дослідження є виділення та опис етапів основних етапів проведення контурного аналізу, виділення особливостей обробки цифрових зображень на кожному з них та визначення пріоритетних задач для даного типу аналізу. Отримані результати можна в подальшому використати при проектуванні та реалізації програмних систем з елементами обробки цифрових зображень.

Основний матеріал. Контурний аналіз передбачає виявлення границь об'єктів на зображенні, що може бути виконано різними методами. Основною метою контурного аналізу є ідентифікація форм об'єктів, їх характеристик, а також аналіз просторових відносин між ними.

Одним із основних методів виявлення контурів є градієнтний метод. Градієнт є вектором, який вказує напрямом найбільшого збільшення значення пікселя. При обчисленні градієнта зображення можна виявити області з різкою зміною яскравості, які відповідають контурам об'єктів [2]. Одним з найвідоміших алгоритмів, що реалізує цей підхід, є оператор Собеля, який використовує фільтри для обчислення градієнтів у горизонтальному та вертикальному напрямках. Використання градієнтів для виявлення контурів є ефективним, однак цей метод може бути чутливим до шуму в зображеннях, що може призводити до появи помилкових контурів. Для зменшення впливу шуму на результати виявлення контурів використовують методи попередньої обробки зображень. Наприклад, фільтрація Гаусса може бути застосована для згладжування зображення перед виявленням контурів, що допомагає зменшити кількість помилкових спрацьовувань. Однак таке згладжування може призводити до втрати деяких важливих деталей, що підкреслює необхідність обережного вибору параметрів фільтрації.

Окрім градієнтних методів, існують й інші підходи до виявлення контурів, зокрема, метод активних контурів або "струн". Цей метод базується на концепції енергії, яка мінімізується в процесі еволюції контурної кривої. Активні контури дозволяють моделювати контури об'єктів, що мають складні форми, завдяки своїй гнучкості. Вони можуть адаптуватися до локальних змін, що робить їх корисними у випадках, коли об'єкти не мають чітко визначених меж.

Сучасні технології обробки зображень активно використовують методи глибокого навчання для виявлення контурів. Нейронні мережі, такі як U-Net, довели свою ефективність у задачах сегментації, включаючи виявлення контуру. U-Net використовує архітектуру, що дозволяє зберігати просторову інформацію та контекст, що є критично важливим для досягнення високої точності виявлення. Такі підходи здатні працювати навіть з великими обсягами даних, забезпечуючи автоматизоване виявлення контурів без потреби в ручному налаштуванні параметрів.

Контур не лише визначає межі об'єктів, але й надає важливу інформацію про їхню форму та структуру. Геометричні характеристики контуру, такі як довжина, площа, форма та симетрія, можуть бути використані для класифікації об'єктів [3]. Наприклад, у медичних зображеннях аналіз контурів може бути застосований для виявлення та класифікації пухлин, що дозволяє лікарям приймати більш обґрунтовані рішення щодо лікування.

Першим етапом контурного аналізу є сегментація зображення, що передбачає виділення певних областей, які відповідають об'єктам інтересу. Для цього використовують різні методи, серед яких виділяють як класичні, так і сучасні підходи, включаючи методи на основі глибокого навчання.

Після етапу сегментації наступним кроком є виявлення контурів об'єктів. Для цього використовують різноманітні алгоритми, одним з найбільш відомих є алгоритм Хафа, який застосовується для виявлення прямих ліній у зображенні. Цей метод базується на перетворенні зображення у параметричний простір, що дозволяє виявляти геометричні фігури, які не є явно представленими у вихідному зображенні. Іншим важливим методом є активні контури або "струни", які представляють собою еволюцію кривих, що підходять до контурів об'єктів. Цей підхід є особливо корисним у ситуаціях, коли об'єкти мають складну форму.

Окрім виявлення контурів, алгоритми контурного аналізу можуть включати етапи, пов'язані з характеристикою виявлених контурів. Наприклад, можна розглядати такі параметри, як довжина, площа, форма та інші геометричні властивості контурів. Це дозволяє не тільки розпізнавати об'єкти, а й здійснювати їх класифікацію за різними ознаками. Геометричні характеристики контурів є важливими для подальшого аналізу та прийняття рішень, особливо у промисловості, де точність вимірювань є критично важливою [4].

Проте використання методів та алгоритмів контурного аналізу окрім очевидних переваг мають і ряд недоліків. Багато з них вимагають ретельного налаштування параметрів, що може ускладнити їхнє використання в умовах реального часу. Крім того, якість вхідних зображень суттєво впливає на результати аналізу. На даний момент активно ведуться дослідження, спрямовані на підвищення стійкості алгоритмів до шуму, змін яскравості та інших факторів, що можуть негативно впливати на результати.

Висновки. Алгоритми контурного аналізу є важливим інструментом для обробки цифрових зображень. Використання алгоритмів даної групи дозволяє отримувати велику кількість інформативних ознак які дозволяють формувати нові представлення сцен на цифрових зображеннях, при цьому в процесі кодування вдається значно зменшити об'єми використовуваної пам'яті для зберігання великих обсягів даних. Їхнє застосування дозволяє отримувати цінну інформацію про об'єкти, що має велике значення в різних сферах. Незважаючи на існуючі недоліки, постійний розвиток технологій та методів обробки зображень відкриває нові можливості для вдосконалення алгоритмів контурного аналізу, що робить цю галузь надзвичайно перспективною для подальших досліджень та застосувань.

Список літератури

1. О. Ю. Шамуратов, Н. Б. Шаховська, "Алгоритми контурного аналізу зображень", *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019, т. 29, № 6, pp- 123-127.
2. Kosar, O., Shakhovska, N. An Overview of Denoising Methods for Different Types of Noises Present on Graphic Images. *Conference on Computer Science and Information Technologies*. (2018). pp. 38–47.
3. Л. П. Крючкова, В. І. Стрельніков, М. В. Акулінічева, О. С. Бортник, О. А. Дібрівний, 2020, "Алгоритми виокремлення контурів зображень об'єктів в інтелектуальних системах відеоспостереження" *ЗВ'ЯЗОК*, No 5, 2020, pp. 49-55. DOI: 10.31673/2412-9070.2020.053539
4. Yu. Batko, V. Dyminskyi. "Fast Contour Tracing Algorithm Based on a Backward Contour Tracing Method", *ACIT 2018*, June 1-3, 2018, Ceske Budejovice, Czech Republic

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ ГОРОСКОПІВ У ВЕБЗАСТОСУНКАХ

Вступ. Сучасні технології штучного інтелекту активно інтегруються у вебзастосунки, сприяючи розвитку персоналізованих сервісів. Астрологічні прогнози набули популярності серед інтернет-користувачів як засіб отримання порад та рекомендацій. Однак традиційні підходи до генерації гороскопів часто не враховують індивідуальних характеристик користувачів, що знижує точність та релевантність прогнозів. Використання нейромережових моделей здатне покращити якість прогнозів, забезпечуючи індивідуалізацію на основі особистих даних, таких як дата та місце народження користувача [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес інтеграції нейромережових моделей для генерації персоналізованих гороскопів у вебзастосунку. Предмет дослідження – методи та алгоритми для нейромереж, які використовуються для створення індивідуальних астрологічних прогнозів. Для вирішення поставленої задачі слід інтегрувати сучасні моделі у вебзастосунок, що дозволить персоналізувати гороскопи. Важливими компонентами є врахування індивідуальних даних (дата, місце народження, положення планет), а також застосування обробки природної мови для створення релевантного тексту прогнозу, що відповідатиме стилістиці, звичній користувачеві. Мета дослідження – розробити вебзастосунок із застосуванням нейромереж для генерації персоналізованих гороскопів, забезпечуючи високу точність прогнозів та зручність для користувачів. Використання такого підходу дозволяє підвищити рівень довіри користувачів до прогнозів і покращити їхній досвід.

Основний матеріал. Застосування нейромереж для персоналізації контенту є ключовою технологією для багатьох сучасних цифрових платформ. Персоналізовані гороскопи, які враховують індивідуальні характеристики користувачів, є популярними та затребуваними, адже відображають потреби користувачів у індивідуалізованих прогнозах. В епоху швидкого розвитку інформаційних технологій багато користувачів шукають персоналізований підхід у різних аспектах життя. Тенденції вказують на зростання попиту на астрологічні послуги, зокрема у сфері цифрових технологій, де прості прогнози не можуть забезпечити належний рівень індивідуалізації, який можливий завдяки алгоритмам штучного інтелекту[2].

Існує багато сервісів, які пропонують генерацію гороскопів, серед яких Astro.com, Astrology.com та Cafe Astrology. Ці сервіси базуються на класичних астрологічних методах, що враховують положення планет та зодіакальні знаки. Проте індивідуалізація таких гороскопів обмежена, оскільки вони не використовують сучасні технології машинного навчання. Додатки, такі як Co-Star, The Pattern і Sanctuary, застосовують технології штучного інтелекту та обробки природної мови (NLP), що забезпечує адаптацію прогнозів до конкретних потреб користувачів. Ці сервіси використовують алгоритми машинного навчання для покращення точності прогнозів, завдяки чому досягається висока релевантність контенту. Таким чином, можна виділити необхідність впровадження індивідуалізованих прогнозів із залученням передових технологій нейромереж[3] і машинного навчання для покращення якості та релевантності гороскопів.

Основна концепція нейромережових моделей, що застосовуються у сфері генерації персоналізованих гороскопів, включає [4]:

1. Глибоке навчання для обробки астрологічних даних: Нейромережі, такі як рекурентні мережі (RNN) та глибокі нейронні мережі (DNN), використовуються для обробки послідовних даних. RNN підходять для роботи з даними, що мають часову послідовність, як-от положення планет і рух небесних тіл. DNN дають можливість виявляти складні взаємозв'язки між астрологічними даними та персональними характеристиками користувача.

2. Обробка природної мови (NLP): NLP-технології дозволяють адаптувати тексти прогнозів, надаючи кожному користувачу індивідуалізовані інформативні тексти, що базуються

на його особистих даних. Використання NLP дозволяє уникнути шаблонних фраз, створюючи унікальні й персоналізовані тексти гороскопів.

3. Інтеграція з даними соціальних мереж: Використання інформації з профілів соціальних мереж дозволяє підвищити персоналізацію гороскопів, враховуючи поведінкові патерни та інтереси користувачів.

Архітектура вебзастосунка базується на клієнт-серверній моделі. Серверна частина розроблена за допомогою фреймворку Flask для Python, що дозволяє забезпечити легку інтеграцію нейромереж і доступ до астрологічних даних у реальному часі. Використовується база даних PostgreSQL для зберігання астрологічних даних, що забезпечує стабільний і швидкий доступ до інформації про астрологічні об'єкти. Клієнтська частина, реалізована з використанням HTML, CSS та JavaScript, дозволяє користувачам легко взаємодіяти із системою. За допомогою API, створеного на Flask, здійснюється передача даних між клієнтською та серверною частинами. Інтеграція нейромережевих моделей на сервері забезпечує адаптивне створення гороскопів.

Для розробки нейромережевих моделей використовувалися бібліотеки машинного навчання TensorFlow та Keras, що надають інструменти для побудови та навчання нейромереж різної складності. На початкових етапах збиралися і попередньо оброблялися дані, необхідні для навчання моделі, включаючи дані про астрологічні показники та користувацькі параметри. Було обрано рекурентні нейронні мережі (RNN), оскільки вони здатні враховувати часову послідовність даних, а також алгоритми обробки природної мови (NLP) для генерації текстів. Після створення моделі вона інтегрувалася у вебзастосунок, а налаштування та валідація моделі проводилися для досягнення максимальної точності прогнозів.

Результати тестування показали, що система здатна обробляти запити користувачів в режимі реального часу, миттєво генеруючи індивідуальні прогнози. Це стало можливим завдяки поєднанню нейромереж та методів NLP, що підвищують релевантність прогнозів, роблячи їх максимально точними та персоналізованими. Користувачі відзначили високу точність та інформативність передбачень, що робить систему конкурентоспроможною серед подібних вебсервісів, особливо за рахунок адаптації під індивідуальні характеристики користувачів. Завдяки цьому вебзастосунок має потенціал для швидкого розширення бази користувачів та зміцнення своєї позиції на ринку астрологічних послуг.

Висновки. Розроблений вебзастосунок, із інтегрованою нейромережевою моделлю, демонструє значний прогрес у сфері персоналізованих гороскопів, забезпечуючи високу точність і зручність для користувачів. Завдяки використанню сучасних технологій штучного інтелекту, таких як рекурентні нейронні мережі та алгоритми обробки природної мови, система здатна враховувати складні взаємозв'язки між особистими даними користувачів і астрологічними параметрами, що дозволяє створювати адаптовані текстові передбачення. Це значно підвищує рівень довіри та задоволення користувачів сервісом. Такий підхід не тільки сприяє підвищенню якості астрологічних прогнозів, але й відкриває нові можливості для розвитку персоналізованих вебсервісів у інших сферах, таких як медичні рекомендації, освітні програми чи фінансові послуги, де необхідна індивідуалізація на основі аналізу великих обсягів даних. Отримані результати вказують на ефективність інтеграції нейромереж і NLP в автоматизовані програми, що може стати основою для подальших досліджень і розробок у галузі персоналізованих сервісів.

Список літератури

1. Brown, T., Mann, B., Ryder, N., et al. "Language Models are Few-Shot Learners." *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2020.
2. Devlin, J., Lee, K., & Toutanova, K. "BERT for Question Answering and Text-Based Applications." *Proceedings of the Association for Computational Linguistics*, 2021.
3. Rajpurkar, P., & Jia, R. "Machine Learning for Personalized User Experiences: Applications and Innovations." *ACM Computing Surveys*, 2022.
4. Vaswani, A., Shazeer, N., & Parmar, N. "Attention is All You Need: Deep Learning Applications in Web-based Services." *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 2021.

СТАН РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ВІТРОВИХ ТУРБІН В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Вступ. В умовах глобальної енергетичної кризи та зростання кліматичних загроз значення відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрової енергетики, набуває особливої ваги. Використання відновлюваних джерел енергії забезпечує численні переваги, які стають особливо актуальними в сучасних умовах енергетичної та екологічної кризи. По-перше, видобуток та транспортування традиційних видів палива стає дорожчим і складнішим, у той самий час джерела відновлюваної енергії, такі як сонце, вітер та вода, є невичерпними та фактично безкоштовними. По-друге, на тлі зусиль більшості країн зі зменшення викидів вуглецю в атмосферу відновлювальна енергетика стає дедалі більш привабливою. Третя важлива перевага виділяє відновлювальні джерела навіть на тлі ядерної енергетики: фактична відсутність будь-яких відходів, а також покращення екологічної ситуації та зниження ризиків для здоров'я населення (особливо у аварійних ситуаціях). Більше того, інвестиції у відновлювані джерела енергії також є інвестиціями в енергетичну незалежність, адже, розвиваючи їх, країни мають можливість суттєво знижувати обсяги імпорту викопного палива.

Хоча Україна і відстає від лідерів у цьому процесі, використання альтернативних способів генерації електроенергії стає ще більш критичним. Враховуючи наслідки повномасштабного вторгнення, використання вітрової енергетики є важливими як з точки зору покращення ситуації у електромережі сьогодні, так і для досягнення енергетичної незалежності у майбутньому.

Постановка задачі. Метою дослідження є аналіз поточного стану та розвитку технологій вітрових турбін у світі й Україні, а також оцінка потенціалу розвитку відновлювальних джерел енергетики у розрізі післявоєнного відновлення та відбудови країни. Об'єкт дослідження – вітрові електростанції. Предмет дослідження – аналіз сучасного стану розвитку вітроенергетики.

Для виконання даного завдання необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) провести аналіз сучасного стану вітроелектростанцій в Україні та світі;
- 2) окреслити основні переваги вітрових турбін над іншими джерелами відновлюваної енергетики;
- 3) описати перспективи розвитку вітроенергетики в післявоєнний період.

Основний матеріал. В умовах глобальної енергетичної кризи та зростання кліматичних загроз значення відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрової енергетики, набуває особливої ваги. Динамічне збільшення потужностей вітроелектростанцій у світі – з 10,2 ГВт у 1998 році до 591,5 ГВт у 2018 та 1210 ГВт 2023 році [1], за даними Всесвітньої ради з вітроенергетики (GWEC) відображає масштабні інвестиції та зростання кількості проєктів у цьому секторі, особливо в країнах Азії, Європи та Америки. Вищезгадані дані також вказують, що лідерами по зростанню потужностей у світовому масштабі в 2023 році є Азія (82,8 ГВт) та Європа (18,7 ГВт) [1], де зосереджені основні обсяги вітрових потужностей.

Вітроенергетика Європейського Союзу демонструє стабільне зростання з введенням 18,7 ГВт нових потужностей у 2023 році, що становить 16% від світового приросту цього року. Проте зростання у країнах Азії є значно більшим – 71% усіх потужностей вітрової генерації було встановлено саме там. Абсолютним лідером стала КНР, увівши в експлуатацію 75 ГВт нових об'єктів вітрогенерації. Більше того, обсяг виробництва електроенергії з використанням вітрової генерації в Китаї у квітні 2024 року був на 25% більшим, ніж у тому ж місяці 2023 [2] року, що підтверджує значні потуги країни у напрямку розвитку ВДЕ та зменшення залежності від викопного палива. Таким чином, обсяг виробленої вітрової енергії в КНР перевищив аналогічний показник США, другого за обсягом виробника вітрової енергії, більш ніж у два рази, а Німеччини, третього за обсягом виробника, майже в дев'ять разів.

Аналіз також виявив високу залежність Європи від країн-лідерів галузі, таких як Німеччина, Іспанія та Великобританія. У США частка генерації електроенергії від ВЕС в

енергобалансі теж поступово перевищує потужності традиційних джерел, що також є вагомим показником у стратегічному плануванні майбутнього енергопостачання. Наприклад, за даними Управління енергетичної інформації США (U.S. Energy Information Administration), відновлювані джерела енергії вже перевищили частку ядерної енергетики у США, досягнувши 21% генерації (порівняно з 19% у ядерної енергетики) [3], проте ще значно поступаються 60% генерації з використанням викопного палива.

Відповідно до інформації [4], частка вітрової енергетики в Україні сьогодні складає 21,7% у загальній структурі національного сектору відновлюваних джерел енергії, поступаючись лише сонячній енергетиці за обсягом. Загальна встановлена потужність сектору ВДЕ досягає 10,8 ГВт, проте станом на кінець 2023 року фактичне виробництво електроенергії здійснювали лише 583,8 МВт вітроелектростанцій, оскільки 71% їхньої потужності розташовані на тимчасово окупованих територіях та не підключені до ОЕС України. Міністерство енергетики України передбачає, що до 2032 року загальна встановлена потужність вітрової енергетики досягне 10 ГВт. На думку [4], така мета є реалістичною з огляду на значний обсяг проєктів, які вже перебувають у стадії підготовки до будівництва або розвитку.

Післявоєнне відновлення України відкриває унікальні можливості для інтеграції відновлювальних джерел енергії, зокрема вітрової, у національну енергетичну систему. Згідно з даними Світового банку, країна має один із найкращих технічних потенціалів для розвитку офшорної вітроенергетики в Чорному морі, з теоретичним технічним потенціалом, що сягає 250 ГВт. Інтеграція нових потужностей відновлювальних джерел енергії у національну енергетичну систему може не лише посприяти енергетичній безпеці, а й активізувати економічний розвиток регіонів, залучаючи інвестиції та створюючи нові робочі місця. Таким чином, відновлювальна енергетика стане ключовим елементом стратегічного плану відновлення України, що дозволить країні зробити крок у бік стійкої та екологічної економіки.

Висновки. Розвиток вітрової енергетики в Україні є критично важливим в умовах глобальної енергетичної кризи та наслідків війни, оскільки він не лише покращує ситуацію в електромережі, але й сприяє енергетичній незалежності країни. Світовий досвід, зокрема динамічне зростання потужностей вітрових електростанцій в Азії та Європі, демонструє значні інвестиції в цю галузь і підкреслює важливість вітрової енергетики в загальному енергетичному балансі. Незважаючи на те, що Україна поки відстає від світових лідерів, її значний технічний потенціал для розвитку вітроенергетики, а також амбітні цілі Міністерства енергетики щодо встановлення нових потужностей до 2032 року відкривають можливості для інтеграції відновлювальних джерел енергії в національну енергетичну систему. Це не лише підвищить енергетичну безпеку, але й активізує економічний розвиток регіонів, залучаючи інвестиції та створюючи нові робочі місця, що робить вітрову енергетику ключовим елементом стратегічного плану відновлення України в напрямку стійкої та екологічної економіки.

Список літератури

1. GWEC's Global Wind Report 2024. URL: <https://gwec.net/global-wind-report-2024/#download> (дата звернення: 28.10.2024).
2. China widens wind power lead with new generation record: Maguire. URL: <https://www.reuters.com/world/china/china-widens-wind-power-lead-with-new-generation-record-maguire-2024-04-18/> (дата звернення: 28.10.2024)
3. U.S Energy Information Administration FAQs. URL: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427&t=3> (дата звернення: 28.10.2024).
4. Потужності БЕС в Україні за 2023 рік. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukraina-za-2023-rik-zbilshyla-potuzhnosti-ves-na-1463-mvt> (дата звернення: 30.10.2024).

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО ТИПУ ОСОБИСТОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЗНАК РЕЙНІНА

Вступ. Основною цінністю в сучасному світі є людський ресурс. Для гармонійного розвитку і самореалізації кожної особистості, а також для роботи в колективі, важливо визначити психологічний тип особистості, щоб максимально ефективно використовувати природні задатки особи у процесі соціалізації та залучення до колективної праці [1-3]. Оптимальне використання кадрового потенціалу, правильний розподіл соціальних ролей з врахуванням фактора психологічної сумісності членів колективу – є актуальним завданням сьогодення.

Постановка задачі. Одним з методів визначення психологічного типу особистості є метод соціонічного аналізу, який базується на 4 дихотомічних ознаках Юнга, за допомогою яких можна визначити один з 16 базових соціотипів з прогнозованими психологічними рисами, а для випадків неочевидної переважаючої дихотомічної ознаки в одній або кількох парах – для визначення соціотипу застосовують 11 додаткових ознак Рейніна.

Об'єкт дослідження – процес розроблення програмного забезпечення для автоматизації визначення психологічного типу особистості за додатковими ознаками Рейніна. Предметом дослідження – моделі і засоби визначення психологічного типу особистості з використанням ознак Рейніна, яке дасть змогу підвищити достовірність отриманих результатів та розширити можливості соціонічної діагностики.

Основний матеріал. На основі теоретичних знань, було розроблено тест для визначення типу особистостей, перші 4 запитання якого діагностують дихотомічні ознаки Юнга, а наступні 11 запитань – додаткові ознаки Рейніна. Випробувати даний тест було запропоновано двадцяти студентам, які були зацікавлені виявити свій соціотип.

Розроблена програмна система та побудовано алгоритм визначення психологічного типу особистості.

Розроблена структура системи визначення базового соціотипу індивіду складається з чотирьох основних модулів, а саме: модуль опрацювання вхідних даних (для функції контролю правильності і коректності вхідних даних та безпосереднього перетворення даних у внутрішній формат); інтерфейс системи (за допомогою якого користувач має можливість управляти різними обчисленнями); модуль відображення вихідних даних (відображення отриманих результатів у графічному та текстовому форматах) та модуль реалізації (реалізує методи та моделі визначення базового соціотипу індивіду).

Приклад реалізованого меню зображено на рисунку 1 та рисунку 2.

Рисунок 1 - Меню введення вхідних даних в систему

Розроблено математичне забезпечення програмної системи, а саме: модель психологічного психотипу особистості.

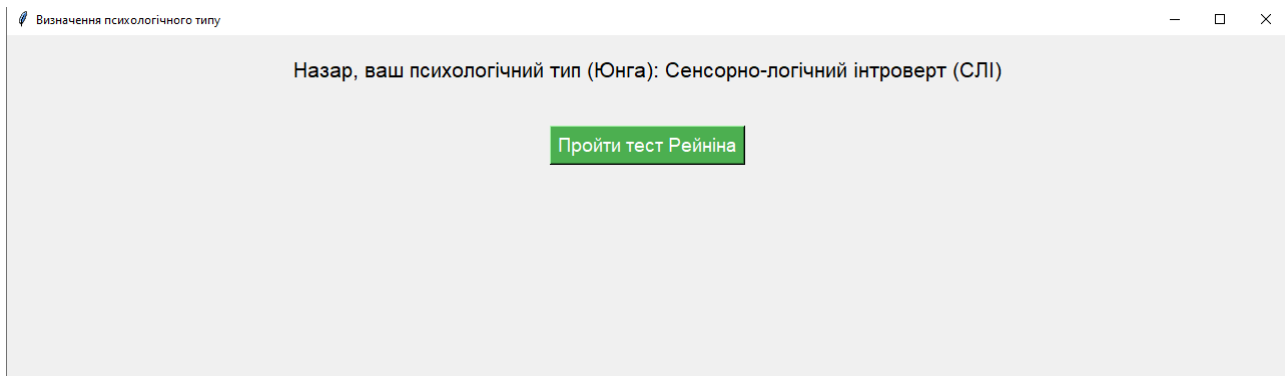


Рисунок 2 - Приклад меню з результатом дослідження

Для перевірки на практиці розробленого математичного забезпечення, 30 студентам було запропоновано одночасно пройти тестування за дихотомічними ознаками Юнга та додатковими ознаками Рейніна. Для подальшої верифікації отриманих результатів групі досліджуваних студентів було запропоновано пройти письмовий тест на визначення соціотипу згідно з дихотомічними ознаками Юнга. З результатів верифікації випливає, що відмінність присутня у чотирьох випадках. Достовірність отриманих результатів становить 86,7 %, що можна вважати хорошим показником. Це свідчить про те, що запропонований метод визначення соціотипів за візуальними ознаками може давати вірогідні результати і його можна рекомендувати для практичного застосування.

Висновки. Розроблено математичне забезпечення психологічного типу особистості з використанням ознак Рейніна як основу програмного забезпечення, яке дало змогу підвищити достовірність отриманих результатів та розширити можливості соціонічної діагностики. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Встановлено, що додаткові ознаки Рейніна можна застосовувати для отримання точніших результатів соціонічної діагностики, що істотно покращує достовірність отриманих результатів порівняно із застосуванням тільки дихотомічних ознак Юнга.

2. Розроблено модель для визначення соціотипу індивідууму з урахуванням додаткових ознак Рейніна, застосування якої дає змогу отримати значно точніші результати порівняно з використанням дихотомічних ознак Юнга.

3. Наведено результати апробації розробленого математичного забезпечення, яке можна використати у медичних закладах з психологічною орієнтацією для проведення соціонічної діагностики та дещо якіснішого використання людського медичного ресурсу.

Список літератури

1. Теслюк С. В., Морушко О. О., Цмоць І. Г., Шпак З. Я. Моделі та засоби системи оптимізації структури колективу методами практичної психології // Науковий вісник НЛТУ України : збірник науково-технічних праць. – 2023. – Т. 33, № 6. – С. 85–93.

2. Yannibelli V., Amandi A. Collaborative Learning Team Formation Considering Team Roles: An Evolutionary Approach based on Adaptive Crossover, Mutation and Simulated Annealing, Research in Computing Science 147(4), 2018, pp. 61-74. <http://dx.doi.org/10.13053/rcs-147-4-5>

3. Morushko O., Khymytsia N., Teslyuk V. Remote selection of staff based on socionic analysis of social network content // CEUR Workshop Proceedings. – 2022. – Vol. 3171 : Computational Linguistics and Intelligent Systems 2022 : Proceedings of the 6th International conference on computational linguistics and intelligent systems (COLINS 2022). Vol. 1 : Main conference, Gliwice, Poland, May 12-13, 2022. – P. 138–149. <http://ceur-ws.org/Vol-3171/paper15.pdf>

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ БЕЗКОНФЛІКТНОГО ОБМІНУ ДАНИМИ ДЛЯ ГРУПИ МОБІЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПЛАТФОРМ

Вступ. Мобільні робототехнічні платформи (МРП) застосовують в різних областях науки та техніки, зокрема на шкідливих виробництвах, в умовах підвищеного радіоактивного випромінювання та хімічної небезпеки, в умовах бойових дій і космічних дослідженнях. Під час використання групи МРП, для їхньої взаємодії у спільній діяльності, необхідно додатково узгоджувати керування окремих платформ, щоб уникнути перешкоджання роботи одна одній [1-3]. Узгодження управління як окремої МРП в групі, так і групи загалом, потребує вирішення проблеми безконфліктного обміну даними та командами керування між МРП у групі, що є актуальним завданням сьогодення.

Постановка задачі. Для управління групою МРП, варто вибрати гібридний метод, який є комбінацією централізованого та розподіленого та враховує аналіз поточної ситуації, оптимізовує прокладання маршруту, розподіляє завдання і ресурси для всієї групи МРП, забезпечує гнучкість та адаптивність до змін в оточуючому середовищі. Відповідно, об'єкт дослідження – процеси безконфліктного обміну даних у групі МРП. Предметом дослідження – методи, алгоритми та засоби безконфліктного обміну даними у групі МРП.

Основний матеріал. Використання гібридного методу управління групою МРП, забезпечує ефективне передавання даних між окремими МРП, команд управління у межах групи МРП та дає можливість розподілити команди окремим МРП на виконання нескладні дії в межах загального завдання. Для безконфліктного обміну даними та командами керування між МРП у групі, розроблено метод та засоби, які ґрунтуються на технології безпроводного передавання даних.

Структуру засобів збирання та обміну даними для гібридного методу управління групою МРП наведено на рис. 1, де КСУ – комп'ютерна система управління, ДП – двопортова пам'ять.

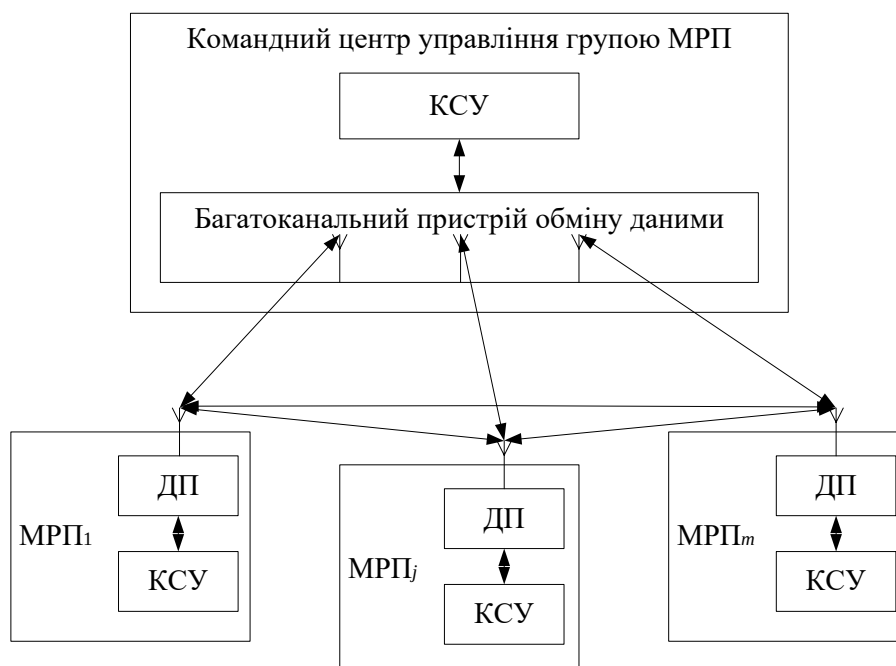


Рисунок 1 - Структура засобів збирання та обміну даними для гібридного методу управління групою МРП

Розроблення методу та засобів багатоканального безконфліктного обміну на рівні окремої МРП. Засоби збирання та обміну даними для гібридного методу управління групою МРП використовують багатоканальний пристрій обміну даними та пристрій обміну на базі двопортової пам'яті. Особливістю таких пристроїв обміну є безконфліктний обмін даними із використанням методу часового розподілу ресурсів пам'яті. Реалізація цього методу потребує виконання такої умови:

$$T_{\min \text{ МРП}} \geq (m+1)t_{цПам} \quad (1)$$

де $T_{\min \text{ МРП}}$ – найменший із періодів звертання МРП до пам'яті; $t_{цПам}$ – цикл доступу до пам'яті; m – кількість пристроїв, що мають доступ до пам'яті. Виконання умови (1) дає змогу синтезувати пристрій безконфліктного обміну даними у реальному часі.

Ємність пам'яті залежить як від кількості входів m , так і від розмірів N_i та розрядності n_i масивів даних, якими обмінюються МРП. Крім того, в багатоканальному пристрої обміну необхідно передбачити певний обсяг пам'яті V для зберігання даних, які використовують для організації обміну. Із урахуванням наведених міркувань мінімальну ємність пам'яті визначають так:

$$Q = V + \sum_i^m N_i n_i \quad (2)$$

Сьогодні найперспективнішою елементною базою для реалізації пам'яті пристроїв обміну є мікросхеми пам'яті з малим часом циклу доступу та великою ємністю.

У багатоканальному безконфліктному пристрої обміну даними інтенсивність доступу до ОЗП визначається так:

$$P_{\text{ОЗП}} = (m+1)n_d F_d \quad (3)$$

де m – кількість МРП, n_d – розрядність даних, F_d – частота надходження даних. З формули (3) видно, що інтенсивність доступу до ОЗП залежить як від кількості МРП і частоти надходження даних, так і від їх розрядності.

Розроблено математичне забезпечення, яке включає: метод багатоканального безконфліктного обміну даними, який за рахунок узгодження інтенсивності надходження даних з адаптивним управлінням доступом до фізичного середовища забезпечує режим реального часу. Удосконалено метод управління рухом групи мобільних робототехнічних платформ, який завдяки урахуванню змінних параметрів платформ та змінного стану навколишнього середовища забезпечує ефективне управління групою МРП у режимі реального часу. Для підвищення продуктивності трафіку, некритичного до часу, запропоновано застосовувати слотований механізм SCSMA/CA, а для критичного до часу – доступ із використанням гарантованих часових слотів.

Висновки. Визначено, що для ефективного управління групою МРП, необхідно враховувати зміну параметрів кожної окремої платформи та аналізувати дані навколишнього середовища.

1. Для управління групою МРП вибрано гібридний метод, а для обміну даними застосовувати багатоканальний пристрій безконфліктного обміну з використанням методу часового розподілу ресурсів ОЗП.

2. Для підвищення продуктивності трафіку, некритичного до часу, застосовувати слотований механізм SCSMA/CA, а критичного до часу – керований координатором доступ із використанням гарантованих часових слотів.

3. Розроблено математичне забезпечення системи безконфліктного обміну даними для групи мобільних робототехнічних платформ.

Список літератури

1. Jalil A. and Kobayashi J., Experimental Analyses of an Efficient Aggregated Robot Processing with Cache-Control for Multi-Robot System, *2020 20th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, Busan, Korea (South), 2020, pp. 1105-1109, doi: 10.23919/ICCAS50221.2020.9268225.
2. Цмоць І. Г., Опотяк Ю. В., Обельовська К. М., Теслюк С. В. Методи та засоби безконфліктного обміну даними у групі мобільних робототехнічних платформ. *Український журнал інформаційних технологій*. 2024, т. 6, № 1. С. 65–75.
3. Цмоць І. Г., Теслюк В. М., Опотяк Ю. В., Олійник О. О. Розроблення схеми та удосконалення методу управління рухом групи мобільних робототехнічних платформ. *Український журнал інформаційних технологій*. 2023. Т. 5, № 2. С. 97–104.

АЛГОРИТМИ ТА АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Вступ. Оцінювання якості навчання є важливим завданням у контексті покращення освітнього процесу, і для цього використовують різні методи аналізу даних. Існує низка підходів для оцінювання, які базуються на використанні панельних даних (3D), просторових моделей і часових рядів, таких як ARIMA [1-3] та ін. Кожен із цих підходів дозволяє побудувати гнучку систему оцінювання якості навчання, що враховує як просторові і часові аспекти, так і особливості окремих освітніх закладів, груп чи студентів, тим самим забезпечуючи надійну інформаційну базу для ухвалення рішень у сфері освіти.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес аналізу успішності студентів. Предмет дослідження – аналіз даних оцінювання якості навчання студентів. Метою дослідження є розроблення алгоритмів оцінки якості навчання студентів для виявлення специфічних особливостей для даного навчального закладу.

Основний матеріал. Оцінювання якості навчання відбувається за різними підходами й знаряддями, які аналізують освітні результати студентів і процес навчання [4]. Оцінювання складається з наступних видів: формативне (відбувається під час навчання – модульні роботи, тести); підсумкове (відбувається в кінці семестру чи року – екзамени, стандартизовані тести (ЗНО, ЄВІ, ЄФВВ); 360-градусне оцінювання (анкети для студентів, батьків, викладачів про процес і результати навчання, самооцінка).

Розглянемо різні методи оцінювання. Методи просторової економетрики дозволяють врахувати вплив регіональних факторів на якість освіти. Ці моделі дають змогу врахувати взаємодію між об'єктами, які розташовані на певній відстані один від одного (наприклад, між університетами в різних регіонах). Просторові моделі, такі як просторово-авторегресивна модель (SAR) чи модель просторових помилок (SEM), враховують просторову залежність, яка допомагає виявити, як зміни в якості навчання в одному місці можуть впливати на сусідні об'єкти.

ARIMA-моделі (Autoregressive Integrated Moving Average) застосовуються для аналізу часових рядів і прогнозування змін у якості навчання. ARIMA-моделі використовують при оцінці тенденцій і сезонних коливань в освітніх показниках, які змінюються з часом. Це допомагає передбачити майбутні значення таких показників, як успішність студентів або результати зовнішнього незалежного оцінювання, на основі попередніх спостережень.

Аналіз панельних даних дозволяє враховувати як часові, так і індивідуальні ефекти об'єктів спостереження (наприклад, студентів, груп або ВУЗів). Це дозволяє отримати більш точні оцінки, враховуючи як зміни в навчанні протягом часу, так і специфічні характеристики кожного об'єкта. Наприклад, оцінка якості навчання може ґрунтуватися на панельних моделях з фіксованими або випадковими ефектами, що дає змогу контролювати за особливостями, специфічними для кожного ВУЗу чи групи.

Моделі аналізу панельних даних:

- модель фіксованих ефектів;
- модель випадкових ефектів;
- модель з динамічними ефектами;
- метод різниць у різницях та ін.

Інші методи, такі як методи кластерного аналізу, методи машинного навчання (наприклад, дерева рішень, нейронні мережі), також активно застосовуються для аналізу освітніх даних. Наприклад, методи кластерного аналізу дозволяють групувати студентів або ВУЗи за схожими характеристиками для подальшого аналізу, тоді як методи машинного навчання дають можливість автоматизовано виявляти шаблони в освітніх даних і оцінювати результати навчання з високою точністю.

В таблиці 1 приведено порівняння панельних даних з іншими типами даних: просторовими та часовими рядами. Як видно, панельні дані є поєднанням цих даних.

Таблиця 1 – Порівняння різних типів даних

Порівняльні характеристики	Тип даних		
	Просторові дані	Часові ряди	Панельні дані
Вид спостережень	Містять спостереження за багатьма об'єктами, але лише за один часовий період	Містять спостереження за одним об'єктом протягом багатьох часових періодів	Містять спостереження за багатьма об'єктами протягом багатьох часових періодів
Вид аналізу	Не дозволяють аналізувати динаміку змін з часом	Не дозволяють порівнювати між різними об'єктами	Одночасно аналізують різницю між об'єктами та зміни з часом

Оцінювання якості навчання відбувалося для студентів Західноукраїнського національного університету. Для оцінювання було взято панельні дані. Дані зібрано за 2014-2023 рр. середню успішність студентів з вищої математики, ТІМС, дискретної математики, основ програмування, операційних систем, алгоритмів і методів навчання, спеціальностей «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки».

Модель фіксованих ефектів має вигляд:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it},$$

де Y_{it} – залежна змінна для об'єкта i в час t , α_i – фіксований ефект для об'єкта i , β – вектор параметрів, X_{it} – незалежні змінні, ε_{it} – похибка

Узагальнений алгоритм для оцінювання якості навчання на основі моделі фіксованих ефектів має такі кроки:

1. Збір даних.
2. Попередня обробка даних. Цей етап включає виявлення пропущених значень, подання даних у необхідному форматі.
3. Визначення незалежних і залежних змінних.
4. Нормалізація змінних.
5. Оцінювання параметрів моделі.
6. Тестування моделі.
7. Аналіз результатів.
8. Висновки.

Висновки. Проаналізовано економетричні методи та моделі, що використовують просторові дані, часові ряди та панельні дані. Проведено порівняльний аналіз різних типів даних. Приведено узагальнений алгоритм для оцінювання якості навчання на основі моделі фіксованих ефектів.

Список літератури

1. Шевченко Н.Г., Лупан І.В. Моделювання з використанням панельних даних. Наукові записки КДПУ. Серія: математичні науки. 2014. Вип. 73. С. 66-79.
2. Березький О., Березька К., Неміш В. Використання методів просторової економетрики для аналізу результатів вступу абітурієнтів. Геометричне моделювання та інформаційні технології. 2016. №1. С. 5-9.
3. Березька К.М., Неміш В.М., Тимчук Ю.С. Прогнозування прибутків комп'ютерної фірми на основі ARIMA-моделей. III Всеукраїнська науково-практична конференція «Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів» (AGIT-2018), м. Миколаїв, 17–19 жовтня 2018 р. С. 120-121.
4. Бажміна, Е.А.А. Формувальне оцінювання: цілі, умови, принципи та структура. Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки. № 4, 2020. С. 130-137.

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Вступ. Для оцінювання якості навчання можна використати різні типи даних: крос-секційні дані, часові ряди та панельні (3D) дані. В дослідженні використано панельні дані, тому що вони забезпечують глибший і більш комплексний підхід до оцінювання якості навчання, дозволяючи враховувати індивідуальні особливості, часові зміни та зовнішні фактори [1, 2]. Це робить їх незамінним інструментом для точного й надійного аналізу якості навчального процесу та його факторів. Для оцінювання було використано статистичні дані середньої успішності студентів Західноукраїнського національного університету з вищої математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, дискретної математики, основ програмування, операційних систем, алгоритмів і методів навчання, спеціальностей «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки» за 2014-2023 рр.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процес аналізу якості навчання студентів. Предмет дослідження – алгоритми та програмні засоби оцінювання якості навчання студентів. Метою дослідження є розроблення алгоритмів оцінки якості навчання студентів для виявлення специфічних особливостей для даного навчального закладу.

Основний матеріал. Приведемо опис програмної системи оцінювання якості навчання за допомогою панельних даних.

Програмна система складається з таких модулів:

- формулювання моделі;
- оцінка параметрів моделі;
- тестування моделі;
- інтерпретація моделі.

В модулі формулювання моделі проходить вибір моделі: моделі фіксованих ефектів, моделі з випадковими ефектами чи динамічної моделі.

Модуль оцінки параметрів моделі залежить від попереднього модуля.

У випадку вибору моделі фіксованих ефектів в ньому проводиться центрування змінних і після трансформації для оцінки використовується метод найменших квадратів (МНК).

При виборі моделі зі випадковими ефектами спочатку використовується МНК, далі проходить оцінка дисперсії компонентів, розрахунок параметра Фітса, трансформація змінних і знову оцінка МНК.

За умови вибору динамічної моделі застосовується генералізований метод моментів (ГММ). Спочатку проходить первинна трансформація моделі за допомогою першої різниці, після чого вибираються інструментальні змінні (інструментами можуть слугувати лаги змінних, які не корелюють з похибкою). Далі за двома кроками проходить оцінка моделі ГММ. На першому кроці обчислюється матриця інструментів і оцінюються коефіцієнти, на другому – обчислюється вагова матриця для покращення ефективності оцінки коефіцієнтів.

Модуль тестування залежить від першого модуля. Для моделі фіксованих ефектів проводяться тести на значущість коефіцієнтів моделі, перевірка моделі на гетероскедастичність, автокореляцію та інші проблеми. Для моделі з випадковими ефектами теж проводяться тести на значущість коефіцієнтів моделі та інших параметрів, а також тестування за Breusch-Pagan Test для перевірки того, чи є випадкові ефекти значущими, перевірка на ендогенність. Для динамічної моделі проводиться тестування за Hansen J-Test. для перевірки правильності інструментальних змінних та тест на серійну автокореляцію (наявність автокореляції в похибках). У випадку підтвердження правильності інструментальних змінних, похибки повинні бути некорельованими з інструментами. Для тесту на серійну автокореляцію допустим є перший порядок автокореляції, а другий – свідчить про неправильність моделі.

Модуль інтерпретації для моделі фіксованих ефектів полягає в оцінці впливу кожної незалежної змінної на залежну. Для моделі з випадковими ефектами інтерпретація проходить через визначення впливу кожної незалежної змінної на залежну урахуванням варіацій між об'єктами та у часі. Для динамічної моделі модуль інтерпретації полягає не тільки в оцінці впливу кожної незалежної змінної на залежну, а й в коефіцієнті, який показує, наскільки сильно минулі значення залежної змінної впливають на поточні

Аналіз даних є важливим знаряддям у різних галузях. Для виконання такого аналізу доступне різне програмне забезпечення та інструменти, які відрізняються функціональністю, гнучкістю та спеціалізацією [3, 4].

В таблиці 1 приведений порівняльний аналіз програмних засобів Stata, R, EViews, Python, SAS, та LIMDEP/NLOGIT за їхніми можливостями для аналізу різних типів даних.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз програмних засобів

Програмний засіб	Панельні дані	Просторові дані	Часові ряди	Регресійний аналіз
Stata	Так	Так	Так	Так
R	Так	Так	Так	Так
EViews	Так	Обмежено	Так	Так
Python	Так (через pandas)	Так (через geopandas, pysal)	Так (через statsmodels, scipy)	Так (через sklearn, statsmodels)
SAS	Так	Так (через SAS/ETS, SAS/GIS)	Так	Так
LIMDEP/NLOGIT	Так	Обмежено	Так	Так

Проведемо аналіз програмних засобів, які використовуються для аналізу даних.

1. Stata – потужна у статистичних та економетричних дослідженнях з панельними та часовими даними, має обмежені можливості для роботи з просторовими даними.

2. R – гнучка завдяки широкому вибору пакетів, підтримує всі типи аналізу і добре працює з великими обсягами даних.

3. EViews – основний акцент на часові ряди, підходить для економетричного аналізу, але має обмежену підтримку просторових та моделей дискретного вибору.

4. Python – гнучка мова програмування з бібліотеками для всіх типів аналізу, підходить для роботи з великими даними, включаючи машинне навчання.

5. SAS – підходить для всіх типів аналізу, особливо для великих даних, широко використовується в корпоративному середовищі, проте потребує ліцензії.

6. LIMDEP/NLOGIT – орієнтовані на моделі дискретного вибору та панельні дані, менш поширені для просторового аналізу.

Для програмної системи оцінювання якості навчання використано R, оскільки R є безкоштовним і має відкритий вихідний код. Його можна вільно завантажувати, використовувати та модифікувати.

Висновки. Проведено аналіз алгоритмів і програмних засобів аналізу успішності студентів, що дає можливість відстежити зміни в успішності студентів та виявити найбільш значущі фактори, що впливають на якість навчання.

Список літератури

1. Wooldridge, Jeffrey M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, 2nd ed. Edition, The MIT Press, 2010.
2. Єрмоєнко В., Алілуйко А., Березька К., Мартинюк О. Економетрика : навчальний посібник. Тернопіль: Підручники і посібники, 2023. 168 с.
3. Гевлич І.Г. Використання прикладних програм та навичок програмування при вирішенні економетричних задач. Економіка і організація управління. № 2(54). 2024.
4. R-project: офіційний веб-сайт. URL: <https://www.r-project.org/>.

ІНСТРУМЕНТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СКЛАДНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Вступ. Сучасні складні системи, програмні архітектури та хмарні інфраструктури базуються на взаємодії численних систем і агентів, що адаптуються з часом. Збої в таких системах можуть виникати через аномальну чи критичну поведінку окремих компонентів під час їх інтеграції чи вдосконалення, а також через неможливість заздалегідь передбачити, як ці компоненти будуть взаємодіяти з іншими агентами чи користувачами в довгостроковій продуктивності системи [1]. Важливо відстежувати розвиток систем, щоб своєчасно виявити появу аномальних умов, що можуть призвести до катастрофічних збоїв. Однак сучасні методи моніторингу часто не враховують динамічну природу таких систем і зазвичай ігнорують користувачів як активних учасників. На практиці відстежувати поведінку великих і складних обчислювальних систем доволі складно. Використання методів і засобів штучного інтелекту (ШІ) може покращити як процес прийняття рішень, так і моніторинг [2].

Існує нагальна потреба у вдосконалених методах моніторингу, які можуть адаптуватися до динамічних середовищ і оперативно вирішувати проблеми, що виникають. Традиційні методи моніторингу мають свої переваги, проте часто нездатні виявити тонкі взаємодії між компонентами в складних системах. Інтеграція інструментів штучного інтелекту пропонує трансформаційне рішення, що забезпечує інтелектуальний, проактивний моніторинг, який не лише виявляє аномалії, але й прогнозує потенційні збої до того, як вони стануть критичними. Дана робота пропонує підхід, що дозволяє фіксувати динаміку змін властивостей у складних системах та виявляти аномалії, які можуть свідчити про наближення збоїв.

Постановка задачі. Метою дослідження є порівняння ефективності традиційного методу прогнозування (екстраполяції) і методу з використанням ШІ (Splunk MLTK із StateSpaceForecast та фільтрами Калмана) щодо точності, адаптивності та тривалості прогнозу.

Раннє виявлення збоїв у хмарних програмних системах має важливе значення для скорочення операційних витрат, підвищення надійності сервісів і поліпшення задоволеності користувачів. Багато сучасних методів зосереджені на виявленні аномалій за допомогою метрик або поєднання метрик і функцій журналів. Однак ці методи часто виявляються складними, важкими для інтерпретації і складними для впровадження та оцінки в реальних промислових умовах [3]. Сьогодні багато організацій звертаються до хмарних рішень, таких як Amazon AWS CloudWatch, Microsoft Azure Monitor, Google Cloud Monitoring та IBM Cloud Monitoring, щоб вирішити проблеми неефективності своїх хмарних інфраструктур. Помітна тенденція до використання інструментів, спеціально розроблених для підтримки моніторингу у виробничих середовищах.

Основний матеріал. Для цього дослідження визначимо хмарний моніторинг як методи та інструменти, які ми використовуємо для спостереження, аналізу та управління робочим процесом хмарних ІТ-інфраструктур. Це включає в себе як ручні, так і автоматизовані методи для забезпечення доступності та продуктивності хмарних ресурсів - веб-сайтів, контейнерних екземплярів, додатків, мереж і систем зберігання даних [4]. Але окрім цих інструментів моніторингу, використання штучного інтелекту (ШІ) може серйозно розширити можливості моніторингу хмарних технологій. ШІ робить процеси моніторингу більш точними та ефективними, забезпечуючи більш розумне та проактивне управління [3].

Оскільки технології постійно розвиваються, а системи штучного інтелекту стають все більш поширеними в промислових умовах, це дослідження зосереджується на створенні адаптивної системи на основі штучного інтелекту для складних обчислювальних систем. Основною метою є розробка системи, яка може розрізняти критичні дані, що потребують негайного надсилання, та дані, які можуть бути оброблені локально. Ця стратегія полягає в

оптимізації пропускної здатності та забезпеченні швидкого реагування на будь-які аномальні події.

Основна ідея полягає в тому, що, інтегруючи штучний інтелект безпосередньо в систему моніторингу там, де збираються дані, ми можемо скоротити накладні витрати на мережу, одночасно прискорюючи і покращуючи виявлення критичних подій або закономірностей. Зворотний зв'язок надзвичайно важливий для розвитку будь-якої системи на основі AI. У нашому випадку зворотний зв'язок використовується з двох основних причин: для перевірки правильності прогнозів системи і для того, щоб допомогти системі адаптуватися до нових моделей і умов [5]. Постійно інтегруючи зворотний зв'язок, система може розвиватися і ставати кращою з часом. Це означає, що вона не просто покладається на дані, на яких вона була спочатку навчена; вона продовжує адаптуватися до мінливих умов і підвищує свою точність, коли стикається з новими даними. Ця здатність до динамічного навчання підкреслює довгострокову ефективність і адаптивність системи в складних промислових умовах.

У роботі експериментально досліджуються дані, які мають сезонну природу, а саме повторюють свої значення залежно від часу доби, дня тижня чи пори року. Ці дані представляють активність користувачів на веб-сервісі, що впливає на навантаження системи в цілому. Розуміння прогнозу очікуваних даних у недалекому майбутньому дозволяє адміністратору системи приймати рішення про потреби чи можливість внесення змін в систему для її покращення чи виправлення дефектів або технічного обслуговування.

Даний метод дозволяє нам проводити прогнозування потрібних значень даних нашої системи в короткостроковій перспективі. Для порівняння застосували Splunk MLTK, у який попередньо завантажили набір тестових даних, використаний для екстраполяції, здійснили навчання моделі, використовуючи StateSpaceForecast. У процесі дослідження здійснили порівняння таких показників як коефіцієнт детермінації, середньоквадратична похибка, довірчий інтервал та тривалість прогнозу (результати представлено в Таблиці 1).

Таблиця 1 - Результати експерименту

Показник	Splunk MLTK (StateSpaceForecast)	Екстраполяція PromQL
Тип моделі	Модель простору станів	Екстраполяція на основі медіани
R ² (Коефіцієнт детермінації)	0.987	0.775
RMSE (Середньоквадратична похибка)	497.83	2028.86
Довірчий інтервал	Так (95%)	Н/Д
Методологія	Враховує тренд, сезонність, шум	Використовує історичні дані зі зсувами
Тривалість прогнозу	Довгостроковий (60 днів)	Короткостроковий
Масштабованість	Висока масштабованість	Простий, ефективний для реального часу на коротких діапазонах

Постійний зворотний зв'язок дозволяє системі підтверджувати свої прогнози і пристосовуватися до мінливих умов, підвищуючи з часом як продуктивність, так і точність. Цей підхід показує, як моніторинг із застосуванням ШІ може зменшити навантаження на мережу, пришвидшити виявлення проблем і забезпечити довгострокову адаптивність у складних промислових умовах.

Висновок. Це дослідження демонструє ефективність адаптивної системи на основі штучного інтелекту для моніторингу складних обчислювальних інфраструктур. Система оптимізує використання пропускної здатності і забезпечує швидке реагування на аномальні події, інтелектуально розрізняючи важливі і неважливі дані. Вона постійно підвищує свою продуктивність завдяки зворотному зв'язку та адаптації - здатності до динамічного навчання, що має вирішальне значення для підтримки довгострокової надійності та ефективності системи в промислових умовах. Моніторинг з використанням штучного інтелекту має значні перспективи для скорочення операційних витрат, підвищення надійності системи та швидшого і точнішого виявлення проблем.

Список літератури

1. EL Moussa, N. (2024). Smart Quality Monitoring for Evolving Complex Systems. In ICSE-Companion '24: 2024 IEEE/ACM 46th International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings. ACM. <https://doi.org/10.1145/3639478.3639784>
2. Urgo, M., Terkaj, W., & Simonetti, G. (2024). Monitoring manufacturing systems using AI: A method based on a digital factory twin to train CNNs on synthetic data. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 50, 249–268. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.03.005>
3. Hrusto, A., Runeson, P., & Ohlsson, M. C. (2024). Autonomous Monitors for Detecting Failures Early and Reporting Interpretable Alerts in Cloud Operations. In ICSE-SEIP '24: 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice. ACM. <https://doi.org/10.1145/3639477.3639712>
4. Aitidid, H., & Kerzazi, N. (2023). Cloud Infrastructure Monitoring Using Splunk: Expectations and Challenges. 2023 14th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA). IEEE. <https://doi.org/10.1109/sita60746.2023.10373692>
5. Villegas-Ch, W., García-Ortiz, J., & Sánchez-Viteri, S. (2024). Towards Intelligent Monitoring in IoT: AI Applications for Real-Time Analysis and Prediction. IEEE Access, 1. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3376707>

Зварич Р. (1) Шимчук М.М. (2)
магістрант ФКІТ ЗУНУ, аспірант ЗУНУ
Науковий керівник к.т.н., доцент Піцун О.Й., кафедра КІ ЗУНУ

АДАПТИВНИЙ АЛГОРИТМ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. Адаптивна обробка зображень відіграє ключову роль у сучасних інформаційних технологіях, особливо в контексті машинного зору, аналізу великих даних та розробки інтелектуальних систем. Одним з основних викликів під час оброблення зображень є необхідність врахування змінних умов навколишнього середовища та особливостей зображення, таких як освітлення, шум та контраст. Традиційні методи оброблення часто не забезпечують достатньої гнучкості для роботи з різноманітними типами зображень, що обмежує їхню ефективність у широкому спектрі застосувань. У рамках цієї роботи пропонується адаптивний алгоритм попереднього оброблення зображень, який дозволяє автоматично коригувати параметри обробки залежно від характеристик вхідного зображення. Розроблений підхід забезпечує покращення якості візуальної інформації та підвищує точність подальшого аналізу, зокрема, для завдань розпізнавання об'єктів, сегментації та класифікації.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процеси опрацювання зображень. Предмет дослідження – алгоритми опрацювання зображень на низькому та середньому рівні комп'ютерного зору. Головна мета даного дослідження полягає в розробці адаптивного алгоритму опрацювання зображень базуючись на вхідних параметрах вхідного зображення.

Основний матеріал. Недолік більшості систем опрацювання зображень полягає у відсутності механізмів попереднього оброблення зображень, що спричиняє наявність шумів, нечітких контурів, нерівної гістограми, пересвічування, затемнення певних областей тощо. Традиційні методи, які часто використовуються для обробки зображень, можуть бути недостатньо гнучкими. Це обмежує їхню застосовність у багатьох практичних випадках, таких як медична діагностика, безпека, автомобільна промисловість та інші сфери, де точність і якість оброблених зображень є критично важливими. З метою уникнення подібних ситуацій необхідно застосування спеціалізованих алгоритмів опрацювання зображень, що дозволять підвищити їх якість, зокрема зниження рівня шуму, адаптивне коригування рівня яскравості, контрастності, вирівнювання гістограми.

MLOps підходи для опрацювання біомедичних зображень наведено у роботі [1]. Підходи до опрацювання зображень для виконання задач сегментації та класифікації розглянуто у роботах [2,3].

На першому етапі необхідно відфільтрувати зображення шляхом застосування медіанного фільтру. Даний фільтр призначений зокрема і для зменшення рівня шуму «сіль-перець», який ще називають імпульсним шумом. Зазвичай, даний фільтр використовує вікно розміром 3 на 3 пікселі або 5 на 5 пікселів. На кожному кроці відбувається збір значень пікселів – сусідів для подальшого оброблення. В центр області потрапляють пікселі, що будуть відфільтровані. Тобто їхнє значення зміниться, наприклад з 150 на 137 в градаціях сірого. Для обчислення медіани відбувається сортування околу пікселя та вибірка центрального значення, що дозволяє уникнути імпульсних шумів.

Для проведення фільтрації даним фільтром обрано вікно зі співвідношенням сторін 3 на 3 пікселі. Процес здійснюється ітеративно для всього зображення та усіх пікселів, таким чином отримується нова версія зображення. До недоліків можна віднести високий час обробки великих за розміром зображень та неефективність для подолання Гаусового шуму.

Вибір алгоритму фільтрації та параметри алгоритмів є складним завданням та потребує проведення великої кількості експериментів. Для цього необхідно визначити рівень шуму кількісно, тобто оцінити рівень шуму з допомогою числа. Для цього зазвичай використовують стандартне відхилення. Тобто визначають значення яскравості пікселів загалом та значення окремих пікселів. Іншим відомим підходом є визначення рівня шуму на зображенні шляхом використання високочастотних компонентів. Для цього використовують фільтр Лапласа та Собеля.

До інших загальноприйнятих підходів до визначення рівня шуму можна віднести такі:

- оцінка рівня шуму за ентропією;
- методи на основі статистики градієнтів;
- підходи на основі аналізу текстур;
- візуальний аналіз з допомогою людини-експерта;
- методи глибокого навчання.

Одним із найпопулярніших підходів є використання співвідношення сигнал/шум. Даний підхід оцінює інформацію між корисною інформацією та шумом.

Особливість опрацювання зображень полягає ще й у тому, що необхідно розробити механізми для зменшення рівня як Гаусового так і імпульсного шумів.

На основі експериментального підходу було підібрано такі правила для підбору алгоритмів фільтрації та параметрів фільтрації:

$\{mw=7 \times 7, gw=3 \times 3: PSNR \leq 20 \text{ dB} \mid mw=5 \times 5, gw=3 \times 3: 24 < PSNR < 20 \text{ dB} \mid mw=3 \times 3, gw=5 \times 5: PSNR > 24 \text{ dB}\}$

де mw – розмір вікна у пікселях медіанного фільтра, gw – розмір вікна у пікселях гаусового фільтра.

Фільтрація зображень.

Адитивний шум можна зменшити завдяки використанню Гаусового фільтру. Гаусовий фільтр використовується для таких цілей:

- зниження рівня шуму;
- попередня обробка перед детектуванням контурів;
- сегментація;
- створення розмиття (ефекту м'якості);
- підготовка до аналізу текстур.

Важливим етапом є забезпечення оптимального коригування рівня яскравості та контрастності. В результаті роботи алгоритму отримуємо вихідне зображення. Правила формування підбору параметрів опрацювання для коригування рівня шумів та яскравості є статичними, однак мають можливість до розширення вибірки.

Висновки. На основі алгоритмічного підходу розроблено алгоритм покращення якості зображень з використанням етапів фільтрації та коригування рівня яскравості, що дозволяє застосувати алгоритми та їх параметри в залежності від вхідних параметрів.

Таким чином, адаптивна обробка зображень відкриває нові можливості для вдосконалення технологій, які покладаються на аналіз візуальних даних, надаючи можливість ефективно

вирішувати складні завдання у різних галузях. В умовах, коли дані стають все більш різноманітними і складними, розробка таких адаптивних рішень є важливим кроком до досягнення більшої точності та ефективності обробки інформації.

Список літератури

[1] Berezhsky, Oleh, Oleh Pitsun, Grygory Melnyk, Yuriy Batko, Bohdan Derysh, and Petro Liashchynskiy. "Application Of MLOps Practices For Biomedical Image Classification." In IDDM, pp. 69-77. 2022.

[2] Berezhsky Oleh, Pitsun Oleh, Grygory Melnyk, Tamara Datsko, Ivan Izonin, and Bohdan Derysh. "An Approach toward Automatic Specifics Diagnosis of Breast Cancer Based on an Immunohistochemical Image." Journal of Imaging 9, no. 1 (2023): 12. <https://doi.org/10.3390%2Fjimaging9010012>

[3] Berezhsky, Oleh, Pitsun Oleh, Bohdan Derysh, Ihor Pazdriy, Grygory Melnyk, and Yuriy Batko. "Automatic segmentation of immunohistochemical images based on U-net architecture." In 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), vol. 1, pp. 29-32. IEEE, 2021. <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648669>

Зварич Р.

магістрант ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник к.т.н., доцент Піцун О.Й., кафедра КІ ЗУНУ

MLOPS ПІДХОДИ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. У сучасних умовах швидкого розвитку штучного інтелекту та машинного навчання обробка зображень займає важливе місце серед технологій, які застосовуються в найрізноманітніших галузях — від медицини до промислового контролю. Проте розгортання, масштабування та підтримка моделей машинного навчання в продуктивних середовищах вимагають ефективних інструментів і методів. Ця робота присвячена розгляду підходів MLOps у контексті опрацювання зображень. MLOps відіграє важливу роль у сучасних системах обробки зображень, забезпечуючи інтегроване середовище для автоматизації, моніторингу, масштабування та підтримки моделей машинного навчання. У процесах обробки зображень моделі потребують постійного оновлення та адаптації до змін у даних, щоб зберігати високу точність і стабільність результатів. MLOps підходи дозволяють створювати структуру, яка оптимізує увесь життєвий цикл моделей — від їхнього тренування та тестування до розгортання в продуктивному середовищі.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процеси розгортання програмного забезпечення в хмарному середовищі. Предмет дослідження – життєвий шлях розгортання програмного забезпечення з елементами безперервної доставки та безперервної інтеграції програмного коду. Головна мета даного дослідження полягає розробці життєвого циклу розгортання програмного забезпечення для опрацювання зображень засобами CI/CD.

Основний матеріал. Завдяки автоматизації завдань, таких як передобробка зображень, підготовка даних, вибір гіпер параметрів та оцінка моделей, MLOps дозволяє скоротити час на розробку та прискорити процес виведення моделей у продуктивне середовище. MLOps забезпечує інструменти для масштабування обчислювальних ресурсів і ефективного управління даними, що критично важливо для продуктивності при збільшенні навантаження. MLOps дозволяє постійно контролювати продуктивність моделей у реальному часі, що сприяє швидкому виявленню відхилень або зниження якості обробки зображень. Це допомагає підтримувати моделі на оптимальному рівні продуктивності, особливо в умовах, коли зображення змінюються з часом. За допомогою підходів MLOps можна легко оновлювати моделі на нових даних, що дозволяє адаптувати їх до нових умов, змін у середовищі або нових типів зображень. Це особливо актуально для систем, що використовуються в динамічних галузях, таких як медицина або автомобільна промисловість. Практики застосування MLOps підходів для

опрацювання зображень зокрема для задач сегментації наведено у роботі [1]. Адаптивні підходи до опрацювання зображень розглянуто у роботах [2-4].

Для створення pipeline обробки зображень з адаптивним підбором параметрів для етапів фільтрації та коригування яскравості, необхідно організувати наступну послідовність етапів: перетворення зображення у необхідний колірний простір (наприклад, у градації сірого або HSV), обчислення середньої яскравості зображення, визначення рівня контрасту та наявності пересвічених або затемнених областей, оцінка рівня шуму (наприклад, за допомогою метрик ентропії або статистичних характеристик), автоматичний вибір розміру ядра та інших параметрів на основі оцінок рівня шуму і роздільної здатності зображення, вирівнювання колірного балансу, остаточне згладжування для видалення залишкових артефактів, зберігання обробленого зображення у відповідному форматі, вивід основних характеристик зображення після обробки (наприклад, середня яскравість і контраст), вивід зображення на екран або передача до наступного етапу в робочому процесі. Кожен етап має бути автоматизованим, а параметри — динамічно змінюваними відповідно до характеристик вхідного зображення, що дозволяє pipeline залишатися універсальним і працювати з різними типами зображень.

Важливою складовою програмної системи є модуль оцінки кількісних характеристик мікрооб'єктів. На відміну від інших модулів, цей модуль може часто змінювати код. Це пов'язано з необхідністю задавати параметри для різних типів зображень. Для автоматизації процесу передачі налаштувань параметрів пропонується використовувати окремий файл `deploy.yml` (рисунок 1).

```
1  name: Build & Deploy
2  on:
3    push:
4      branches: [main]
5
6  jobs:
7    deploy:
8      runs-on: ubuntu-latest
9      steps:
10       - name: Deploy Cell Parameters
11         uses: actions/checkout@v3
12         with:
13           host: ${secrets.SSH_HOST} # IP address of the server you wish to ssh into
14           key: ${secrets.SSH_KEY} # Private or public key of the server
15           username: ${secrets.SSH_USERNAME} # User of the server you want to ssh into
16           passphrase: ${secrets.SERVER_PASSPHRASE}
17
18       script: |
19         mkdir experiments
20         cd experiments
21         git clone https://github.com/olehpitsun/AutoImageSegmentation.git
22         echo 'Deployment successful to digital ocean'
```

Рисунок 1 – Файл `deploy.yml`

Файл `deploy.yml` часто використовується для автоматизації процесу розгортання додатків або сервісів у середовищі розробки, тестування чи продакшені. Він зазвичай написаний на мові YAML і містить інструкції для розгортання, які можуть включати визначення конфігурацій, середовищ виконання та параметрів.

У обробці зображень MLOps може значно спростити розробку та підтримку моделей, які виконують задачі з аналізу та покращення зображень. Збір та анотування зображень, перетворення їх у потрібний формат, розбиття на навчальні, валідаційні та тестові набори даних.

Висновки. MLOps забезпечує систематизований і надійний підхід до управління життєвим циклом моделей для обробки зображень, підвищуючи ефективність, надійність і адаптивність цих систем. Це дозволяє організаціям оперативно реагувати на зміни, забезпечувати високу якість обробки зображень та ефективніше використовувати ресурси для підтримки моделей у реальних умовах.

Список літератури

- [1] O. Berezsky, O. Pitsun, B.Derysh, T.Datsko, K. Berezka, N. Savka Automatic segmentation of immunohistochemical images based on U-NET architectures. IDDM-2021: 4th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, November 19–21, 2021 Valencia, Spain. pp. 22–33, <http://ceur-ws.org/Vol-3038/paper3.pdf>
- [2] O. Berezsky, O.Pitsun, T.Datsko, B.Derysh, I.Tsmots, V. Tesluk Specified diagnosis of breast cancer on the basis of immunogistochemical images analysis, IDDM'2020: 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, November 19–21, 2020, Växjö, Sweden. pp. 129–135. <http://ceur-ws.org/Vol-2753/short5.pdf>
- [3] O. Berezsky, O. Pitsun, B. Derish, K. Berezka, G. Melnyk and Y. Batko, Adaptive Immunohistochemical Image Pre-processing Method, 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 2020, pp. 820–823, doi: 10.1109/ACIT49673.2020.9208920.
- [4] O. Berezsky, S. Verbovyi, O.Pitsun, Hybrid Intelligent information technology for biomedical image processing. Proceedings of the IEEE International Conference “Computer Science and Information Technologies” CSIT'2018. Lviv: Ukraine. 11–14 September, 2018. pp. 420–423. <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526711>.

Паздрій І.Р.(1) Тимошко В.Л.(2)

1) доцент кафедри КІ ЗУНУ 2) магістрант 2 курс ФКІТ ЗУНУ
Науковий керівник к.т.н. Паздрій І.Р. кафедра КІ ЗУНУ

АЛГОРИТМ КОДУВАННЯ СИГНАЛІВ МОВЛЕННЯ

Вступ. Інтенсивний розвиток інформаційних технологій в сучасному світі робить особливо важливим вирішення проблеми швидкої і якісної передачі різних видів інформації по цифрових каналах зв'язку. Незважаючи на різноманіття використовуваних для цього засобів, основним типом комунікації між людьми залишається передача інформації за допомогою мовлення. У зв'язку з цим в даний час продовжують інтенсивно розроблятися і вдосконалюватися методи та алгоритми цифрової обробки і передачі мовних сигналів [1]. Використання цифрового представлення даних дозволяють забезпечити надійність і економічність зв'язку, можливість гарантованого захисту від несанкціонованого доступу. У той же час, постає вирішення проблеми мінімізації кількості бітів, необхідних для передачі сигналу, тобто проблеми стиснення і кодування мови. Таким чином, актуальним є подальше вдосконалення алгоритмів кодування мови та створення нових алгоритмів кодування достатньо високої якості при аналогічних швидкостях передачі.

Постановка задачі. Завдання дослідження полягає у виявленні недоліків існуючих алгоритмів кодування мови і запропонуванні можливих шляхів їх усунення, тобто запропонувати алгоритм кодування мовного сигналу кращий у порівнянні з алгоритмами для передачі по каналах зв'язку на аналогічних швидкостях.

Об'єкт дослідження - процес кодування голосових сигналів. Предмет дослідження - алгоритми кодування сигналів мовлення для передачі по каналах цифрового зв'язку.

Основний матеріал. Для кодування (мультиплексування інформації) мовних сигналів стандарт TETRA використовує кодер Code Excited Linear Prediction (CELP) з багатоімпульсним збуренням кодом [2]. Даний метод кодування заснований на лінійній авторегресійної моделі процесу формування і сприйняття мови і входить в групу так званих методів аналізу за допомогою синтезу, в яких реалізуються сучасні та ефективні алгоритми інформаційного стиснення мовних сигналів. Лінійна авторегресійна модель процесу формування мовних сигналів з локально постійними параметрами набула нині найбільшого поширення. Авторегресійна модель мовного сигналу описує його з досить високою точністю та дозволяє застосовувати розвинений математичний апарат лінійної ймовірності. При цьому забезпечується

більш висока якість декодованої мови, стійкість до вхідного акустичного шуму та помилок у каналі зв'язку, ніж у системах з іншими принципами кодування.

У межах даної моделі найбільш перспективними методами кодування вважаються методи аналізу через синтез із використанням багатоімпульсного збурення кодом. Переваги багатоімпульсного збурення у тому, що у сигналі залишку лінійної ймовірності вибираються такі його значення, які найважливіші для підвищення якості синтезованої мови. При цьому використовується в процедурі аналізу через синтез схема кодування, окрім обліку помилок квантування, включає критерії суб'єктивної оцінки якості мовного сигналу, що забезпечує природне звучання синтезованого мовлення. При багатоімпульсному збудженні сигнал залишку лінійної ймовірності представляється як послідовності імпульсів з нерівномірно розподіленими інтервалами і з різними амплітудами. Амплітуди та положення цих імпульсів визначаються на покадровій основі (кадр за кадром). Основною перевагою багатоімпульсного збудження є те, що воно визначається для будь-якого мовного сегменту і при цьому не потрібно знання ні про вокалізованість даного сегмента, ні про період основного тону.

Методи аналізу через синтез використовують синтезатори (декодер) мовного сигналу як складову частину пристрою кодування. При цьому завдання аналізу зводиться до процедури оцінки параметрів мови в каналі зв'язку, що проводиться відповідно до деякого критерію неузгодженості між вихідним і декодованим сигналами. В алгоритмах кодування з аналізом через синтез підвищення ефективності інформаційного стиснення мовних сигналів проводиться переважно за рахунок скорочення надмірності послідовності, яка здійснює збудження синтезуючого фільтра лінійної ймовірності, що формує огинаючу сигналу.

Залежно від способу опису сигналу, що надходить на вхід фільтра, можна виділити алгоритми кодування із збудженням прорідженої послідовності імпульсів - MPLP (Multi Pulses Linear Prediction), з самозбудженням - SELP (Self Excited Linear Prediction), а також із збудженням від коду - CELP. Експериментально встановлено, що кодове збудження забезпечує найвищу якість декодованого мовного сигналу, в тому числі і за наявності акустичних вхідних перешкод.

Фактично, алгоритм CELP виробляє векторне квантування послідовності, тобто позиції імпульсів та їх амплітуд в сигналі багатоімпульсного збудження оптимізуються одночасно. При цьому відрізок (сегмент) сигналу збудження вибирається із попередньо сформованої постійної сукупності - кодової книги, що містить досить велику кількість реалізацій, наприклад, некорельованого гаусівського шуму. Вибрана реалізація посилюється та подається на вхід ланцюжка фільтрів. Пошук оптимальних значень коефіцієнта ймовірності і затримки основного тону синтезатора, коефіцієнта посилення та номера елемента кодової книги здійснюється за допомогою аналізу через синтез. Вцілому, в канал зв'язку передаються номер (індекс) елемента кодової книги з відповідним коефіцієнтом посилення, параметри синтезатора основного тону, а також коефіцієнти лінійної ймовірності, що характеризують стан голосового тракту.

У стандарті TETRA доцільно використовувати CELP-кодер із швидкістю перетворення 4,8 Кбіт/с. Основними вузлами декодера мовного сигналу у стандарті TETRA є два синтезуючі фільтри з великою та малою часовою сталою та алгебраїчна кодова книга. Фільтр з великою часовою сталою виконує функцію довготривалого предиктора (Long Term Preductor), моделює квазіперіодичність (довготривалі кореляції) мовного сигналу. Він виконаний на основі адаптивної кодової книги, що містить сигнали збудження та реалізує генерацію квазіперіодичних коливань голосового тракту. Фільтр малої постійної часу виконує функцію короткочасного предиктора (Short Term Preductor), моделює короткочасні кореляції, тобто кореляції між відліками мовного сигналу. У декодері TETRA використовується вагова функція із значенням коефіцієнта 0,85. Алгебраїчна (постійна) кодова книга містить сукупність векторів збудження, що являють собою послідовності гаусівського розподілу з нульовим середнім значенням та одиничною дисперсією. Вона використовується для першого етапу генерації сигналу збудження. На другому етапі проводиться корекція сигналу збудження шляхом додавання даних з адаптивної кодової книги. Сформована в результаті збуджуюча послідовність надходить на вхід синтезуючого фільтра, де обчислюються значення вихідного мовного сигналу. Проводиться оцінка коефіцієнтів лінійного передбачення та аналіз можливих значень параметра декодера. Отримані оптимальні параметри декодера квантуються і передаються в канал зв'язку. Обробка

сигналів у кодері та декодері проводиться блоками. Тривалість основного блоку становить 30 мс, що відповідає 240 відлікам при частоті дискретизації 8 кГц. Для кожного такого блоку формується кадр інформації, що передається в канал зв'язку обсягом 137 біт. Це забезпечує швидкість передачі інформації 4567 біт/с. Оцінка коефіцієнтів лінійної ймовірності виконується один раз по всьому блоку, а оптимізація інших параметрів декодера виконується на сегментах.

Висновок. Запропонований алгоритм кодування мовного сигналу та реалізована структура кодера. Проводиться оцінка коефіцієнтів лінійного передбачення та аналіз можливих значень параметра декодера. Оцінка коефіцієнтів лінійної ймовірності виконується один раз по всьому блоку, а оптимізація інших параметрів декодера виконується на сегментах.

Список літератури.

1. L.Zhang, T.Wang „A CELP variable rate speech codec with low average rate”, ICASSP, Vol.2, pp.735-738
2. W. Grieder, A.Langi, W.Kinsner „Codebook searching for 4.8 kbps CELP speech coder” Published Digital Communication Conference, 17 May 2003, Computer Science

Сич Т. А.

магістрант 2 курс КІ ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник д.т.н. Березький О.М., кафедра КІ ЗУНУ

АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ СТАТТІ

Вступ. Сучасні технології автоматизації текстового контенту стрімко розвиваються завдяки впровадженню штучного інтелекту та машинного навчання. Ці технології дозволяють створювати тексти з мінімальним людським втручанням, що знаходить застосування у багатьох галузях, включаючи науково-технічні тексти. Основна мета статті полягає у дослідженні алгоритмів та розробці програмного засобу для автоматизації створення наукових текстів, що забезпечить швидку та ефективну підготовку якісних матеріалів.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є процеси автоматизації текстового контенту у науково-технічній сфері. Предмет дослідження – алгоритми, які забезпечують створення структурованого, стислого і якісного тексту науково-технічного спрямування. Мета – розробка програмного засобу, що інтегрує сучасні алгоритми для полегшення процесу написання наукових статей з урахуванням вимог до структури та стилю.

Основний матеріал. Сучасні технології обробки природної мови (NLP) та алгоритми кластеризації стали основними інструментами для автоматизації написання текстів науково-технічного спрямування. Одним із ключових алгоритмів для попередньої обробки тексту є алгоритм K-means, що дозволяє групувати великі обсяги текстових даних за темами або категоріями. Цей алгоритм особливо корисний для виділення ключових фрагментів і підтем, які складають основу наукового матеріалу [3]. Кластеризація тексту сприяє оптимальному структуруванню статті, роблячи її більш зрозумілою та логічною. Інший алгоритм Latent Dirichlet Allocation (LDA), що використовується для темного моделювання, допомагає виявити приховані теми та забезпечує більш глибокий аналіз даних. Це особливо корисно у випадках, коли матеріал охоплює широкий спектр тем, які необхідно згрупувати та систематизувати.

NLP-моделі, такі як GPT-4, BERT і T5, відкривають нові можливості для автоматизованого формування тексту. GPT-4 відзначається своєю здатністю створювати зв'язний текст, що відповідає науковому стилю та вимогам до оформлення. Завдяки своїм потужним можливостям, GPT-4 здатна надавати змістовні та детальні відповіді на основі введених ключових слів, що робить її особливо корисною для написання наукових статей. BERT, у свою чергу, спеціалізується на розумінні контексту і дозволяє моделі ефективно працювати із завданнями класифікації та доповнення тексту, що є незамінним для формування обґрунтувань, наукових гіпотез та коротких висновків [1]. На рисунку 1 приведена схема системи, в якій і працює

технологія NLP. Залежно від моделі схеми можуть відрізнятися також може відрізнятися і сам алгоритм роботи даної системи. Відповідно до поставлених задач, та певного завдання використовується притаманна модель та функціонал створеної технології. Модель T5 надає можливість редагування та переформатування тексту, що дозволяє дотримуватися структурних вимог, властивих науково-технічному стилю[4]. Це забезпечує гнучкість у роботі з текстом, дозволяючи адаптувати його під різні вимоги до стилю та обсягу.

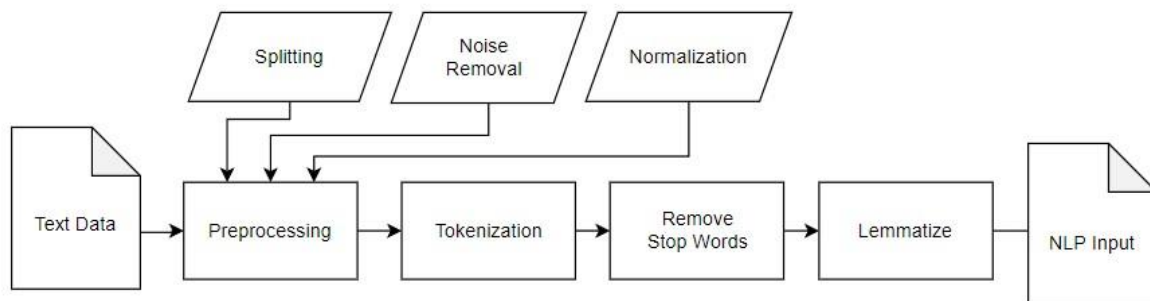


Рисунок 1 – Схема роботи системи за технологією NLP.

Семантичний аналіз і контроль якості тексту забезпечують збереження логічної послідовності та смислової єдності тексту. Машинне навчання дозволяє здійснювати сегментацію тексту на основі семантики, знижуючи ризик повторень, недоречних переходів та логічних розривів у тексті. Ці алгоритми особливо корисні для перевірки узгодженості між різними розділами наукової статті, що робить кінцевий текст більш якісним і відповідає вимогам наукового формату. На рисунку 2 показана схема семантичного аналізу. Додатково, автоматичний контроль якості включає перевірку граматичної та стилістичної коректності, а також відповідність науково-технічному стилю. Це важливий етап, який зменшує ризик наявності помилок, полегшуючи підготовку тексту до публікації.

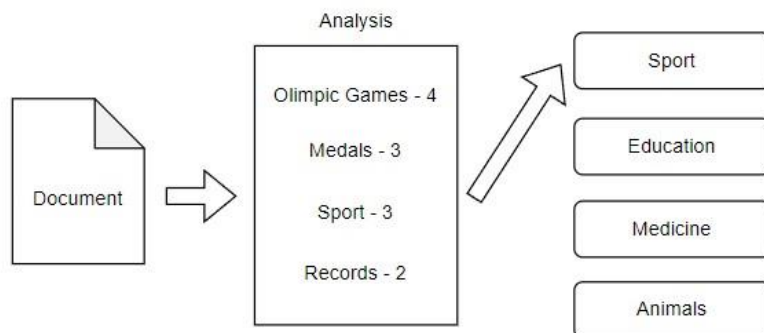


Рисунок 2 - Схема класифікації текстів на основі статистичного та семантичного аналізу

Інтеграція зазначених алгоритмів у програмний засіб забезпечує максимальну автоматизацію процесу створення науково-технічних текстів. Такий програмний засіб містить модуль для завантаження та попередньої обробки текстів, що дозволяє зручно працювати з вихідними даними [2]. Далі модуль генерації тексту використовує обрані NLP-моделі для формування тексту з урахуванням стилістичних і структурних вимог. Контроль якості тексту автоматично аналізує зміст на наявність помилок і забезпечує відповідність вимогам наукового формату. У фінальній стадії програмний засіб підтримує експорт тексту у формат PDF або Word, що дає можливість одразу отримати готовий до використання документ.

Висновки. Алгоритми та програмні засоби для автоматизованого формування науково-технічних текстів значно розширюють можливості створення високоякісного контенту, скорочуючи час, необхідний для підготовки матеріалів, та знижуючи ризик виникнення помилок. Кластеризація тексту, що дозволяє структурувати матеріал за темами, у поєднанні з можливостями NLP-моделей, таких як GPT-4, BERT і T5, забезпечує всебічну підтримку написання, редагування та перевірки якості тексту. Використання алгоритмів семантичного

аналізу та автоматичного контролю граматики і стилістики гарантує відповідність кінцевого матеріалу вимогам до наукових статей, підвищуючи якість тексту та його відповідність професійним стандартам. Таким чином, розробка та використання програмного засобу, що інтегрує сучасні алгоритми обробки природної мови і текстового аналізу, відкриває нові перспективи для автоматизації написання науково-технічних текстів і підвищення їхньої якості.

Список літератури

1. Василенко, О. І., Борисенко, П. П. Обробка природної мови: сучасні технології та перспективи. Збірник наукових праць НТУУ "КПІ". Серія: Комп'ютерні науки, 2022. – С. 89-105.
2. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., Toutanova, K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805. 2019. – 14 с.
3. Марченко, В. В. Машинне навчання та штучний інтелект: впровадження у наукові дослідження. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: Інформатика, 2021. – С. 34-47.

Заяць І. З.

магістрант 2 курсу ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник д.т.н. Піцун О. Й., кафедра КІ ЗУНУ

АНАЛІЗ КОГНІТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОРИСТУВАЧІВ У UX ТА МЕТОДИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Вступ. Аналіз когнітивного навантаження користувачів у UX-дизайні є важливою складовою створення зручного і ефективного інтерфейсу. Когнітивне навантаження відображає обсяг ментальних зусиль, який користувач вкладає для виконання завдання, розуміння контенту або взаємодії з інтерфейсом. Якщо навантаження надмірне, користувачі можуть відчувати розгубленість, перевтому або незадоволення, що зрештою знижує ефективність використання продукту та лояльність до нього.

Зниження когнітивного навантаження – ключова мета UX-дизайну, адже інтуїтивність і простота інтерфейсу сприяють легшому сприйняттю та взаємодії з продуктом. Різні методи, як-от оптимізація інформаційної архітектури, зниження кількості кроків для досягнення мети, візуальна ієрархія та мікровзаємодії, допомагають мінімізувати когнітивне навантаження. Використовуючи ці інструменти, дизайнери можуть покращити досвід користувачів, роблячи його зрозумілим і зручним, що позитивно впливає на сприйняття продукту в цілому.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – когнітивне навантаження користувачів при взаємодії з інтерфейсами цифрових продуктів. Предмет дослідження – методи зниження когнітивного навантаження в UX-дизайні та їхній вплив на користувацький досвід.

Мета дослідження – визначити та проаналізувати чинники когнітивного навантаження у взаємодії користувачів з інтерфейсами, а також розробити рекомендації та методи для його зниження, що сприятиме покращенню зручності та ефективності використання цифрових продуктів.

Основний матеріал. Когнітивне навантаження є важливим аспектом, який безпосередньо впливає на якість користувацького досвіду, і його потрібно враховувати при розробці цифрових інтерфейсів. Під цим поняттям розуміють обсяг ментальної роботи, яку виконує користувач для розуміння, запам'ятовування чи використання інформації, що міститься в інтерфейсі.

Коли навантаження надмірне, користувачі можуть відчувати розгубленість, втому, а іноді навіть відмовлятися від подальшої роботи з інтерфейсом. Саме тому важливо вміти аналізувати і контролювати когнітивне навантаження в UX-дизайні [2].

Щоб краще розуміти, як когнітивне навантаження впливає на користувачів, розглянемо три його основні типи. Перший тип – внутрішнє когнітивне навантаження, яке обумовлено складністю самого завдання, яке виконує користувач, і обсягом нової інформації, яку йому потрібно засвоїти. Цей тип навантаження залежить від попереднього досвіду користувача: чим менше він знайомий із певною темою чи продуктом, тим більше внутрішнє навантаження він

відчуватиме. Наприклад, новий користувач може почуватися перевантаженим, коли вперше стикається зі складною термінологією або нестандартним функціоналом.

Другий тип когнітивного навантаження – зовнішнє, або те, що викликане самим інтерфейсом. Воно виникає через елементи, які відволікають або ускладнюють сприйняття інформації. Часто в інтерфейсах ми можемо побачити надмірне використання різноманітних візуальних компонентів, насичені блоки тексту або зайві анімації, що призводить до перевантаження користувача непотрібними елементами і відволікає його увагу від основного завдання.

Третій тип когнітивного навантаження – допоміжне, яке виникає через зовнішні чинники, не пов'язані безпосередньо з інтерфейсом, але такі, що впливають на роботу користувача. Це можуть бути стресові ситуації, фізичне оточення або інші аспекти, як-от шум. Ці фактори можуть значно ускладнювати взаємодію з інтерфейсом, навіть якщо він сам по собі створений грамотно і зрозуміло [2].

Когнітивне навантаження прямо впливає на користувацький досвід. Коли навантаження надмірне, користувачі витрачають більше часу на виконання завдань, швидше втомлюються, часто роблять помилки або відчувають фрустрацію.

Дослідження показують, що при занадто перевантажених інтерфейсах користувачі нерідко відмовляються від подальшого виконання завдання або ж починають робити помилки.

У веб-дизайні, наприклад, ситуація ускладнюється великою кількістю інформації та елементів на сторінці, що може дезорієнтувати користувача і привести до незадовільних результатів. Оптимізація інтерфейсу і зниження когнітивного навантаження дозволяє зробити користування продуктом комфортнішим і ефективнішим.

Існує ряд методів, які допомагають зменшити когнітивне навантаження та покращити якість UX. Один з основних методів – спрощення інтерфейсу. Це означає зменшення кількості елементів на сторінці та використання простих, зрозумілих іконок. Чим менше зайвих деталей, тим легше користувачам зосередитися на основному завданні.

Ще один ефективний метод – групування інформації. Коли інформація розподілена у логічні блоки, користувачам легше орієнтуватися у контенті. Логічна структура інформації, подана у вигляді заголовків, підзаголовків та списків, дозволяє зменшити когнітивне навантаження і допомагає користувачам швидше знайти потрібні дані.

Також варто використовувати підказки та інструкції. Вони зменшують невизначеність і допомагають уникати помилок. Чіткі та зрозумілі інструкції дають користувачеві впевненість у своїх діях та спрощують взаємодію з інтерфейсом, що особливо важливо для нових користувачів.

Адаптивний дизайн є ще одним важливим методом зниження когнітивного навантаження. Інтерфейси, які підлаштовуються під пристрій та контекст використання, дозволяють спростити взаємодію і зменшити непотрібні зусилля користувача. Наприклад, мобільні версії сайтів оптимізуються для меншого екрану, завдяки чому інформація подається у більш доступному форматі, що полегшує використання інтерфейсу.

Візуалізація даних також значно допомагає у зниженні когнітивного навантаження. Інформація, подана у вигляді графіків, діаграм або інфографіки, легше сприймається і засвоюється користувачем, ніж довгі текстові блоки. Візуальне подання даних дозволяє спростити сприйняття інформації і допомагає користувачам швидше зрозуміти її зміст [3].

Висновки. Когнітивне навантаження є важливим аспектом, який UX-дизайнери повинні враховувати при створенні інтерфейсів. Розуміння різних типів навантаження та застосування методів для його зниження допомагає створити комфортний і зручний інтерфейс. Завдяки правильній оптимізації UX ми можемо досягти більш високого рівня задоволеності користувачів, підвищити ефективність виконання завдань та загальну продуктивність продукту.

Список літератури

1. Interaction Design Foundation. Статті про когнітивне навантаження та UX-дизайн. URL: <https://www.interaction-design.org>
2. UX Planet. Статті для початківців у UX-дизайні та застосування когнітивної психології. URL: <https://uxplanet.org>
3. Nielsen Norman Group. Ресурси з дослідження когнітивного навантаження та покращення зручності використання. URL: <https://www.nngroup.com>

СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ З ДОПОМОГОЮ U-NET МЕРЕЖ

Вступ. Сегментація зображень дозволяє виділяти важливі об'єкти або області на зображеннях, що є критичним для точності і функціональності автоматизованих систем. У смарт-будинках сегментація сприяє розпізнаванню об'єктів, наприклад, для ідентифікації присутності людей або відстеження їхніх рухів, забезпечуючи ефективне управління освітленням, безпекою чи енергоспоживанням. У біомедичній галузі сегментація застосовується для аналізу зображень, таких як гістологічні чи рентгенівські, що дозволяє точно визначати патологічні області та діагностувати захворювання. U-Net мережа стала популярною для роботи з зображеннями високої роздільної здатності та складною структурою об'єктів. Завдяки симетричній структурі та можливості ефективно використовувати контекстну інформацію [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи сегментації зображень на основі глибоких нейронних мереж. Предмет дослідження – архітектури та алгоритми навчання U-Net мереж. Мета даного дослідження полягає в аналізі ефективності використання U-Net мереж для сегментації зображень різної природи, включаючи медичні зображення.

Основний матеріал. U-Net — це архітектура глибокої згорткової нейронної мережі, яка була спеціально розроблена для сегментації зображень. Вона складається з двох основних частин: контракуючої (енкодер), яка витягує ключові ознаки зображення, і розширюючої (декодер), яка реконструює сегментоване зображення з високою роздільною здатністю. Використання технологій, таких як пропускні з'єднання, забезпечує точну передачу просторової інформації, що важливо для складних задач.

U-Net використовує багаторівневий підхід, який дозволяє моделі ефективно працювати з деталями на різних масштабах зображення. Це досягається завдяки специфічній архітектурі, яка складається з двох основних компонентів: контракуючої (енкодер) і розширюючої (декодер) частин, об'єднаних пропускними з'єднаннями. Це робить її ідеальною для задач у медицині (наприклад, сегментації органів на МРТ-зображеннях) та геоінформаційних системах (ідентифікація будівель і доріг).

Розглянемо детальніше кожен компонент. Контракуюча частина (енкодер) складається з кількох послідовних згорткових шарів, які поступово зменшують просторову роздільну здатність зображення та витягують ключові особливості. Завдяки цьому, модель отримує глобальну інформацію про контекст сцени, що дозволяє зрозуміти загальну структуру об'єктів на зображенні. Наприклад, у випадку гістологічних зображень, енкодер може виявляти великі клітинні структури.

Розширююча частина (декодер) поступово збільшує роздільну здатність зображення, реконструюючи його за допомогою згорткових шарів і операцій де-згортки (transposed convolutions). Декодер працює над тим, щоб відновити дрібні деталі об'єктів, які були зібрані на етапі стиснення.

Пропускні з'єднання (skip connections) передають інформацію з відповідних рівнів енкодера до декодера. Цей механізм дозволяє зберігати та інтегрувати просторову інформацію з високою роздільною здатністю, яка була втрачена під час стиснення. Наприклад, деталі межі об'єктів або текстури можуть бути передані до декодера, щоб забезпечити точну сегментацію навіть найдрібніших об'єктів.

Переваги багаторівневого підходу:

- Розпізнавання дрібних об'єктів - завдяки багаторівневій структурі, U-Net може одночасно враховувати як великі глобальні структури, так і дрібні локальні деталі, що особливо важливо для задач сегментації, таких як виявлення окремих клітин на гістологічних зображеннях або тонких доріг на супутникових знімках.

- Усунення втрат інформації - завдяки пропускним з'єднанням, модель відновлює високоточні деталі, які могли бути втрачені через агресивне стиснення в енкодері.
- Адаптивність до складних структур - поєднання локальної та глобальної інформації дозволяє моделі сегментувати навіть складні та неоднорідні об'єкти, такі як органи із непостійними формами чи неоднорідними текстурами.

Оптимізація параметрів моделі U-Net для покращення розрізнення деталей різних масштабів у гістологічних зображеннях складається з кількох етапів. На початковій стадії важливо забезпечити якісну підготовку даних. Це включає точну розмітку об'єктів на зображеннях, застосування методів аугментації, таких як обертання, масштабування, корекція яскравості та контрасту, а також нормалізацію інтенсивності пікселів. Ці заходи спрямовані на підвищення якості навчання моделі та адаптації до різноманітності вхідних даних.

Оптимізація архітектурних параметрів є наступним важливим етапом. Визначення глибини U-Net дозволяє збалансувати здатність моделі до виявлення дрібних деталей та обчислювальні ресурси. Кількість фільтрів на кожному рівні мережі повинна зростати від початкових значень (наприклад, 32 або 64) для забезпечення якісного виділення складних особливостей. Пропускні з'єднання між відповідними рівнями енкодера та декодера дозволяють моделі зберігати та відновлювати деталі високої роздільної здатності, що є критично важливим для точності сегментації.

Гіперпараметри моделі також потребують ретельного налаштування. Розмір партії даних підбирається відповідно до обмежень пам'яті апаратного забезпечення. Швидкість навчання варто регулювати за допомогою динамічних алгоритмів, таких як планувальники швидкості навчання, що сприяє покращенню збіжності. Функція втрат, що поєднує Dice Loss та Binary Cross-Entropy, забезпечує врахування як точності меж об'єктів, так і загальної сегментації.

Особливу увагу слід приділити інтеграції багаторівневих особливостей. Це включає використання підсилених пропускних з'єднань з механізмами уваги або щільними з'єднаннями, а також модулів, які дозволяють моделі одночасно аналізувати особливості на різних масштабах. Такі підходи сприяють більш детальному розрізненню об'єктів.

Постобробка результатів допомагає підвищити якість сегментації. Використання методів підвищення роздільної здатності вхідних зображень або вихідних масок дозволяє краще передати деталі. Додатково, впровадження спеціальних функцій втрат для оптимізації точності меж забезпечує чітке розділення об'єктів у зображенні.

На етапі валідації застосовуються методи перехресної перевірки для оцінки стійкості моделі на різних наборах даних. Як основні метрики доцільно використовувати коефіцієнт Dice, показник Intersection over Union та криві Precision-Recall. Ці заходи дозволяють об'єктивно оцінити якість сегментації.

Фінальний етап полягає у файн-тюнінгу моделі. Попереднє навчання на подібних наборах даних може значно підвищити ефективність роботи моделі. Регуляризація, включаючи використання dropout та L2-регуляризації, знижує ризик перенавчання. Після оптимізації модель тестується на нових даних для перевірки її адаптивності та інтегрується в реальні системи аналізу гістологічних зображень. Такий підхід забезпечує високу точність і деталізацію сегментації, що є ключовим для успішного аналізу об'єктів різних масштабів.

Висновки. U-Net мережі є потужним інструментом для сегментації зображень у різних сферах, особливо коли потрібна висока точність і детальність. Подальші дослідження в нашій роботі мають зосереджуватися на оптимізації архітектури для роботи з великими наборами даних та інтеграції цих моделей у системи реального часу, такі як медичні діагностичні системи та системи моніторингу в "розумних" містах.

Список літератури

1. Berezsky, O., Pitsun, O., Berezkyu, M., Batko, Y., & Melnyk, G. (2024). MLOps Approach for Automatic Image Segmentation Based on U-Net. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202407.2447.v1>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РЕНДЕРИНГУ ВИСОКОПОЛІГОНАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У САД

Вступ. Алгоритми рендерингу є основою для візуалізації тривимірних об'єктів у САД-системах і включають різні методи, як-от растровий рендеринг, трасування променів і Path Tracing. Ефективний рендеринг є критично важливим для отримання якісних і точних зображень тривимірних об'єктів, що необхідні для проектування та автоматизованого моделювання. Використання інноваційних підходів до рендерингу допомагає значно покращити якість зображення та швидкість обробки, що є ключовим фактором в інженерному дизайні та автоматизованому проектуванні.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи та алгоритми рендерингу тривимірних моделей в САД-системах. Предмет дослідження – програмне забезпечення для рендерингу, яке застосовує сучасні алгоритми візуалізації, такі як трасування променів, Path Tracing і Photon Mapping, для створення високоякісних зображень 3D-об'єктів. Головна мета дослідження – розробити та оптимізувати алгоритми рендерингу для САД-систем, забезпечивши високу швидкість і якість візуалізації з урахуванням складності тривимірних моделей.

Основний матеріал. Розробка алгоритмів рендерингу для САД-систем включає аналіз популярних методів рендерингу, їхню адаптацію та порівняння ефективності. Для реалізації обраних методів у САД-середовищі необхідно забезпечити оптимізацію під високе навантаження, розробку шейдерів та забезпечення правильної обробки світла та тіней. Важливим компонентом є тестування алгоритмів на складних тривимірних моделях і аналіз якості та швидкості рендерингу з використанням різних підходів (рисунки 1).

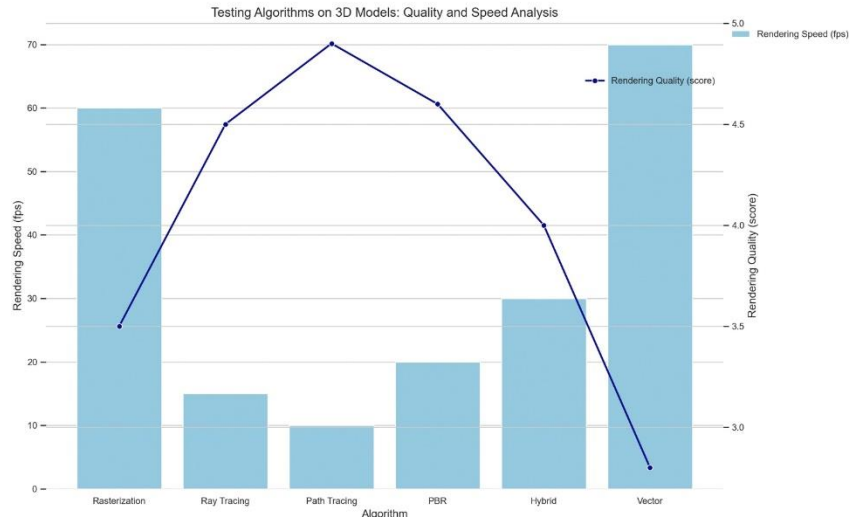


Рисунок 1 – Аналіз якості та швидкості рендерингу

Процес створення програмного забезпечення для рендерингу в САД-системах включає кілька етапів, кожен із яких спрямований на забезпечення високої якості візуалізації складних 3D-об'єктів. Початок роботи зосереджений на розробці основних алгоритмів рендерингу, які реалізують точне відображення геометрії об'єктів. На цьому етапі використовуються скрипти на Python або C++, здатні виконувати різні техніки рендерингу, зокрема растровий рендеринг, трасування променів і Path Tracing. Ці методи дозволяють досягти різних рівнів якості зображень, адаптуючи рендеринг під вимоги проекту. Для цього часто використовуються бібліотеки, як-от OpenGL, DirectX або Vulkan, які забезпечують низькорівневий доступ до графічного обладнання, дозволяючи ефективно розподіляти ресурси та досягати високої

швидкості обробки зображень. У порівняльному аналізі підходів до рендерингу високополігональних об'єктів у CAD-системах важливим є розгляд різних методів, які забезпечують баланс між швидкістю обробки та якістю зображення. Алгоритми рендерингу, що використовуються в CAD-системах, включають такі основні підходи, як растровий рендеринг, трасування променів, Path Tracing і Photon Mapping, кожен з яких має специфічні характеристики та області застосування. Растровий рендеринг є одним із найпоширеніших підходів, що ґрунтується на розбитті зображення на пікселі для побудови двовимірної проекції об'єкта. Хоча цей метод забезпечує достатню швидкість, він може мати обмеження щодо якості обробки деталей, особливо для високополігональних моделей, де обробка світла та тіней може бути недостатньо точною. Растровий рендеринг зазвичай використовується у випадках, де вимагається швидка візуалізація без надмірної деталізації, однак у складних інженерних моделях його точність може бути недостатньою. Трасування променів (Ray Tracing) надає вищу точність у візуалізації, моделюючи фізичні взаємодії променів світла з об'єктами. Цей метод розраховує відбиття, заломлення та розсіювання світла, дозволяючи створювати реалістичні тіні та відблиски. Проте, трасування променів є ресурсомістким, особливо при рендерингу високополігональних моделей, що потребує значних обчислювальних потужностей. Path Tracing є розширенням трасування променів, яке додатково враховує численні взаємодії променів світла з різними об'єктами сцени, що дає можливість ще точніше моделювати освітлення. Path Tracing використовується для досягнення високої фотореалістичності, однак через високе навантаження на процесор такі обчислення можуть займати багато часу. Photon Mapping є методом рендерингу, який обробляє фотони — кванти світла — і розподіляє їх по сцені для побудови глобального освітлення. Цей підхід може комбінуватися з трасуванням променів для оптимізації, забезпечуючи реалістичну передачу відбитого світла. Photon Mapping дозволяє зменшити час рендерингу при високому рівні деталізації, що робить його особливо корисним у CAD-системах, де необхідно швидко й ефективно рендерити складні сцени. Порівнюючи ці методи, варто зазначити, що Path Tracing і Photon Mapping дають високий рівень фотореалізму, але можуть бути повільними при обробці великої кількості полігонів. Растровий рендеринг, навпаки, забезпечує високу швидкість, але втрачає точність, яка необхідна для реалістичного освітлення й тіней, особливо в складних 3D-сценах. Трасування променів займає проміжне місце: воно забезпечує хорошу якість візуалізації з відносно прийнятним часом рендерингу, особливо при використанні методів оптимізації, таких як ранній відсів невидимих пікселів і обробка глибини сцени.

Таблиця 1 – Порівняння підходів

Параметр	Растровий рендеринг	Трасування променів	Path Tracing	Рендеринг на основі (PBR)	Гібридний рендеринг	Векторний рендеринг
Преваги	швидкість	точність	реалізм	Відповідність фізичним ознакам	гнучкість	простота
Швидкість	Середня	Висока	Дуже висока	Висока	Залежить від налаштувань	Низька
Якість зображення	Середня	Висока	Дуже висока	Висока	Залежить від налаштувань	Низька
Вимоги до ресурсів	Низькі	Високі	Дуже високі	Середні	Середні-високі	Низькі
Реалістичність	Обмежена	Висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Обмежена

Висновки. Впровадження методів автоматизації в розробку та рендеринг у CAD дозволяє досягати високого рівня точності при мінімальних затратах на обчислювальні ресурси, що є вирішальним фактором для підприємств, де час і якість рендерингу впливають на успіх проекту. Такий підхід дозволяє створювати більш реалістичні та детальні 3D-візуалізації, що підвищує якість проектування й значно розширює можливості симуляцій і віртуального прототипування. Крім того, оптимізація через автоматизацію допомагає уникнути зайвих витрат на обробку даних, що дозволяє розробникам приділяти більше уваги деталям і якості продукту, а не технічним проблемам. Завдяки цьому, CAD-системи можуть надавати користувачам надійні, швидкі та зручні інструменти для створення 3D-об'єктів, необхідних для сучасного проектування та виробництва.

Список літератури

1. Sheppard JK, McGann A, Lanzone M, Swaisgood RR. An autonomous GPS geofence alert system to curtail avian fatalities at wind farms. *Anim Biotelemetry*. 2015;3(43):1–86
2. Khosravifard S, Skidmore AK, Naimi B, Venus V, Muñoz AR, Toxopeus AG. Identifying birds' collision risk with wind turbines using a multidimensional utilization distribution method. *Wildl Soc Bull*. 2020;44(1):191–9.
3. Schaub T, Klaassen RHG, Bouten W, Schlaich AE, Koks BJ. Collision risk of Montagu's Harriers *Circus pygargus* with wind turbines derived from high-resolution GPS tracking. *Ibis (Lond 1859)*. 2020. Apr 7;162(2):520–34.

Заяць І. З.

магістрант 2 курсу ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник к.т.н. Піцун О. Й., кафедра КІ ЗУНУ

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ K-MEANS++ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕНОГО ВИБОРУ ПОЧАТКОВИХ ЦЕНТРІВ КЛАСТЕРІВ

Вступ. Сучасний розвиток обробки даних і машинного навчання сприяє зростанню попиту на ефективні методи кластеризації, які дозволяють виявляти структуру в великих обсягах інформації. Одним із найпоширеніших алгоритмів для кластеризації є K-means, який славиться своєю простотою і швидкістю виконання. Проте, ефективність K-means суттєво залежить від вибору початкових центрів кластерів, що може призвести до поганої конвергенції і локальних мінімумів.

Для подолання цих недоліків був розроблений алгоритм K-means++, що пропонує вдосконалений підхід до ініціалізації початкових центрів кластерів. Завдяки методології, що базується на ймовірнісному виборі центрів з урахуванням відстані до вже обраних, K-means++ забезпечує більш розумне і стратегічне стартове положення для кластерів. Цей підхід не лише покращує якість кластеризації, але й зменшує кількість ітерацій, необхідних для досягнення збіжності алгоритму.

Постановка задачі Об'єкт дослідження – методи кластеризації даних. Предмет дослідження – алгоритм K-means++ для налізу даних. Мета дослідження – аналіз ефективності K-means++ щодо стабільності та точності кластеризації, порівняння з класичним K-means та розробка рекомендацій для вибору методу кластеризації залежно від специфіки даних.

Основний матеріал. Однією з найбільш критичних проблем алгоритму K-means є ініціалізація початкових центрів кластерів. Це особливо стосується великих або складних наборів даних, де різноманітність точок може викликати великі коливання в якості кластерів при повторних запусках алгоритму. Як наслідок, точність кластеризації стає нестабільною, що ускладнює інтерпретацію отриманих результатів і може призвести до прийняття помилкових рішень на основі ненадійних даних.

Вибір початкових центрів кластерів є важливим аспектом у алгоритмі K-means, оскільки він безпосередньо впливає на швидкість та ефективність кластеризації. Правильна ініціалізація

центри кластерів сприяє кращій конвергенції алгоритму, скорочуючи кількість ітерацій, необхідних для досягнення стабільного та надійного результату. У зв'язку з цим, вдосконалення методів ініціалізації, таких як K-means++, стало важливим кроком у розвитку кластеризаційних алгоритмів. Алгоритм K-means++ забезпечує покращений вибір початкових центрів, що дозволяє уникнути проблем, пов'язаних із випадковою ініціалізацією, і тим самим підвищує якість кластеризації. Важливо зазначити, що навіть незначні покращення у виборі початкових центрів можуть суттєво вплинути на результати кластеризації, що робить цю задачу надзвичайно важливою для дослідників і практиків [1].

Алгоритм K-means++ був розроблений для покращення традиційного K-means, зокрема, для оптимізації вибору початкових центрів. Основна ідея K-means++ полягає в тому, що при виборі наступних центрів враховуються відстані до вже обраних центрів. Перший центр обирається випадковим чином з усіх точок даних. Далі для кожної наступної точки ймовірність її вибору як центру кластеру пропорційна квадрату відстані до найближчого вже обраного центру. Цей підхід зменшує ймовірність обрання близьких центрів і забезпечує кращу роздільність кластерів, оскільки нові центри зазвичай виявляються далі від вже обраних. Таким чином, алгоритм K-means++ дозволяє уникнути численних недоліків, пов'язаних із випадковою ініціалізацією, і забезпечує більш стабільні та точні результати кластеризації.

Ключовою особливістю K-means++ є методологія вибору початкових центрів, що базується на ймовірності, яка враховує відстані між точками. Цей підхід не лише підвищує ймовірність отримання різних центрів, але й істотно зменшує ризик попадання в локальні мінімуми. Завдяки такому методу, початкові центри є більш віддаленими один від одного, що сприяє кращому поділу даних на кластери. Дослідження показують, що алгоритм K-means++ може суттєво зменшити кількість ітерацій, які потрібні для досягнення конвергенції. Це не тільки покращує швидкість виконання алгоритму, але й підвищує якість кластеризації, що є важливим у практичних застосуваннях, де час та точність мають вирішальне значення [2].

Коли порівнювати K-means++ з традиційним K-means, можна відзначити значне зменшення кількості ітерацій, необхідних для досягнення стабільного результату. Алгоритм K-means++ забезпечує більш швидку конвергенцію, оскільки початкові центри обираються таким чином, що дозволяє уникнути численних повторних проходів через дані, які характерні для випадкової ініціалізації. Цей аспект особливо важливий при роботі з великими обсягами даних, де час обробки є критичним.

Що стосується точності кластеризації, результати численних досліджень свідчать, що K-means++ забезпечує вищу якість кластерів в порівнянні з класичним K-means. Зокрема, на великих і складних наборах даних, де традиційний K-means може давати значні помилки у класифікації через неефективну ініціалізацію, K-means++ здатен формувати більш чіткі та однорідні кластери, що позитивно впливає на точність аналізу та подальшої інтерпретації результатів.

Не можна не згадати про часові витрати, пов'язані з K-means++. Хоча алгоритм вимагає додаткових обчислень на етапі ініціалізації, це компенсується зменшенням кількості ітерацій у процесі кластеризації. Отже, хоча на перший погляд K-means++ може виглядати більш затратним, у підсумку він часто виявляється ефективнішим з точки зору загального часу виконання.

Серед численних переваг K-means++ варто виділити більш стабільні результати, підвищену точність кластеризації, а також меншу залежність від випадкових факторів, особливо при роботі з великими та складними наборами даних. Ці характеристики роблять K-means++ популярним вибором для практичних застосувань у різних сферах, таких як обробка зображень, аналіз даних та машинне навчання.

Однак алгоритм K-means++ також має свої обмеження. По-перше, додаткові обчислення на етапі ініціалізації можуть стати проблемою при роботі з великими масивами даних, оскільки це може збільшити час обробки на початку. По-друге, K-means++ не завжди справляється з даними, які мають сильно нерівномірний розподіл, що може призвести до неефективної кластеризації в деяких випадках.

У галузі кластеризації існують і інші методи ініціалізації, які можуть бути використані для покращення результатів K-means. Наприклад, методи на основі ієрархічної кластеризації можуть забезпечити більш точну ініціалізацію. Також активно розробляються гібридні підходи, які поєднують K-means++ з іншими алгоритмами, такими як DBSCAN або агломеративна кластеризація. Ці альтернативи можуть запропонувати додаткові переваги в залежності від специфіки завдання та структури даних, що досліджуються [3].

Висновки. Ініціалізація початкових центрів кластерів є критично важливим етапом у кластеризації. Випадковий вибір центрів може призвести до нестабільних результатів і застрягання в локальних мінамах. Алгоритм K-means++ значно покращує вибір початкових центрів, використовуючи відстані між точками, що зменшує ймовірність застрягання і підвищує продуктивність. K-means++ забезпечує кращу конвергенцію, зменшуючи кількість ітерацій і час обробки даних, а також покращує якість кластеризації, особливо з великими наборами даних.

Список літератури

1. Ghosh, S. K-Means Clustering: A Beginner's Guide. Towards Data Science. 2022. URL: <https://towardsdatascience.com/k-means-clustering-a-beginners-guide-f4c39e1b5d2b>
2. GeeksforGeeks. K-means Clustering Algorithm. 2021. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/k-means-clustering-algorithm-introduction>
3. Analytics Vidhya. Understanding K-Means Clustering in Machine Learning. 2021. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/understanding-k-means-clustering-in-machine-learning/>

Мацюк М. І.

аспірант 2 курсу кафедри АСУ, ІКНІ НУ ЛП

Науковий керівник д.т.н. Процько І.О., кафедра АСУ НУ ЛП

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КРОКУЮЧИМИ РОБОТАМИ В СКЛАДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Вступ. У сучасній робототехніці розробка роботизованих систем зі складною кінематикою, таких як чотирилапі роботи, гуманоїди та м'які роботи, набуває все більшого значення. Часто традиційні методи управління не можуть ефективно керувати такими складними системами, що породжує потребу в методах машинного навчання, зокрема навчанні з підкріпленням. Цей підхід дозволяє роботам самостійно вивчати алгоритми руху, а не слідувати жорстко заданим інструкціям. Сфера є відносно новою для робототехніки, адже раніше подібні завдання вирішувалися винятково класичними методами управління. Тому дослідження технологій управління крокуючими платформами на базі нейронних мереж є надзвичайно актуальним завданням.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – система управління роботом на основі штучних нейронних мереж. Предмет дослідження – система управління. Мета дослідження – розробка архітектури системи управління роботом та програмного продукту призначеного для тренування нейромереж для управління роботами-гексаподами.

Основний матеріал. Було розроблено систему управління яка базується на використанні нейронної мережі, що керує роботом, проте в структурі системи існує математична модель - наглядач яка перевіряє результат нейронної мережі на відповідність граничним параметрам пристрою та слідує за коректністю результату. Така структура дозволяє використовувати нейронну мережу як основну частину яка власне і керує роботом, проте є такою ж безпечною як класичні методи управління. Схожа структура також була згадана в джерелі [2]. У статті розглядається композитна стратегія, яка об'єднує класичний модельно-орієнтований контроль з навчанням з підкріпленням. Такий підхід забезпечує баланс між стабільністю та адаптивністю управління. Використання класичних методів управління дозволяє точно контролювати окремі

параметри руху, що особливо важливо для забезпечення стабільності на складних поверхнях, тоді як навчання з підкріпленням сприяє адаптивності робота до змін середовища. Це безпосередньо корисно для нашої задачі, адже в складних середовищах, де можуть змінюватися характеристики поверхні, крокуючий робот потребує миттєвих корекцій, яких важко досягти виключно класичними методами. Композитний підхід дозволяє поєднувати чіткі структури та управляючі команди класичного методу контролю з гнучкістю, притаманною нейронним мережам. Це важливо, оскільки наш робот може зберігати базову стабільність завдяки класичним методам, а коли виникають перешкоди або змінюється рельєф, робот може змінити свою тактику на основі досвіду, здобутого за допомогою навчання з підкріпленням. Таким чином, ця модель дозволяє зберігати продуктивність на складному ландшафті, не жертвуючи стабільністю.

Важливою при розробці системи, було врахувати інформацію про середовище від датчиків робота. Такими є глибинні камери та датчики дотику на кінцівці робота. Дані датчики сприяють створенню саме адаптивної системи яка враховує поточний стан навколишнього середовища при плануванні руху. Адаптивне управління є критичним компонентом в системах крокуючих роботів, оскільки дозволяє їм швидко та ефективно реагувати на непередбачувані зміни середовища. Система адаптивного управління забезпечує здатність робота до навчання та саморегулювання в умовах, де заздалегідь визначені алгоритми не можуть забезпечити необхідну гнучкість. В умовах складного рельєфу або непередбачуваних перешкод, адаптивне управління дозволяє роботу коригувати свої рухи у реальному часі. Це досягається завдяки механізмам зворотного зв'язку, які постійно оновлюють інформацію про навколишнє середовище та коригують траєкторію руху на основі змінних параметрів Використання алгоритмів машинного навчання, зокрема глибокого навчання з підкріпленням, дозволяє системі контролю отримувати оптимальні траєкторії та стратегії для робота, виходячи з історичних даних та поточних умов. Наприклад, у дослідженні [1] було згадано адаптивну систему, яка дозволяє роботам адаптивно та безшовно змінювати патерни ходьби, реагуючи на зміну поверхні. У нашому ж випадку ми бажаємо створити систему яка аналогічно до згаданого дослідження підлаштовуватиметься до поверхні, проте не переключаючись між заздалегідь визначеними патернами ходьби, а змішуючи їх. Для цього потрібно провести велику кількість симуляцій саме з різними типами поверхонь, щоб такий досвід був отриманий роботом та згодом він легше адаптувався до незнайомих середовищ.

Симуляції відіграють ключову роль у навчанні та тестуванні систем управління крокуючими роботами. Високопродуктивні симулятори, такі як Isaac Gym [3], забезпечують віртуальні середовища, де можна проводити моделювання фізичних процесів із максимальною реалістичністю. Це дозволяє роботам навчатися у безпечних умовах, прискорюючи процес навчання та адаптації до різних умов. Особливо важливою є можливість симуляції різних типів поверхонь, що дозволяє роботам навчитися адаптуватися до мінливих рельєфів та складних середовищ. Наприклад, роботу може знадобитися пересуватися як по твердій рівній поверхні, так і по піску, камінню, снігу чи мокрій траві, що вимагає різних підходів до стабілізації та управління. У середовищах із таким варіативним рельєфом можуть виникати проблеми зі зчепленням, що потребує специфічних моделей керування рухом. Симуляція кам'янистих або нерівних поверхонь дозволяє роботу навчитися коригувати кут нахилу та вибір кроку, щоб утримувати баланс. Це корисно для навігації по горах або пересуванні в будівельних зонах. У симуляціях, де робот "стикається" з піском, льодом або снігом, він може навчитися коригувати силу тиску та змінювати ходу, щоб уникати ковзання. Це також дозволяє розробити стратегії ефективного пересування по нестабільних поверхнях. Для місць із рухомим ґрунтом, як-от мокра трава або сипучий пісок, симуляції допомагають розвивати алгоритми, що регулюють центр ваги робота під час руху, зменшуючи шанси на падіння або пошкодження. Завдяки симуляції різних рельєфів робот може напрацювати широкий діапазон поведінкових моделей, які автоматично активуються в разі потреби, підвищуючи його здатність швидко змінювати тип ходи або інтенсивність руху.

Здатність проводити навчання на різних типах поверхонь дозволяє моделювати об'єктивні дані для глибокого навчання з підкріпленням та інших алгоритмів штучного інтелекту [4]. Це

створює середовище, в якому можна розробляти та відточувати стратегії адаптивного управління, що забезпечують стабільну і швидку реакцію робота на зміни умов. Завдяки цим моделям робот може на практиці “вивчати” свою поведінку та аналізувати найбільш успішні стратегії, які дозволяють йому досягати поставлених цілей з мінімальними витратами енергії. Таким чином, симуляції не лише полегшують процес навчання роботів, але й створюють великий набір сценаріїв для навчання та ефективної адаптації до складних умов. Це дозволяє реалізовувати алгоритми управління, що забезпечують надійність, безпеку та високу продуктивність роботів у різних реальних середовищах.

Тому нами було створено програмний комплекс на базі симулятора IsaacGym від Nvidia [3], який дозволяє здійснювати паралельну симуляцію тисяч процедурно згенерованих середовищ з шестиногими роботами. Розроблене рішення ефективно та швидко тренує штучні нейронні мережі за методом навчання з підкріпленням для керування моторами на роботизованій платформі [2]. Гнучкість програмного продукту забезпечує можливість моделювання різних варіантів шестиногих мобільних платформ з різними фізичними характеристиками двигунів та кінематичними конфігураціями. В рамках дослідження натреновано нейронні мережі, здатні ефективно керувати роботом на рівних поверхнях із різними фізичними властивостями у симуляції. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення симуляції та якості нейронних мереж. У перспективі планується розширення для роботи з різними типами поверхонь та поліпшення загальної якості управління.

Висновки. Вдалося розробити систему управління крокуючим роботом на основі машинного навчання також було розроблено програмний-продукт симулятор, призначений для тренування штучних нейронних мереж для управління шестиногим роботом (роботом-гексаподом). Проведено експерименти з розробленим програмним продуктом, які показали перспективність даного методу управління та потребу в подальшому дослідженні. З використанням програмного продукту натреновано декілька версій штучної нейронної мережі, здатної управляти шестиногими крокуючими платформами.

Список літератури

1. Li, J., Zhang, S., & Wang, Z. (2023). "A Deep Reinforcement Learning Approach for Autonomous Gait Control of Walking Robots in Complex Environments." IEEE Transactions on Robotics, 39(2), 585-598. DOI: 10.1109/TRO.2022.3147765
2. Lyu, Shangke & Zhao, Han & Wang, Donglin. (2023). A Composite Control Strategy for Quadruped Robot by Integrating Reinforcement Learning and Model-Based Control. 751-758. 10.1109/IROS55552.2023.10341908.
3. Makoviychuk, Viktor & Wawrzyniak, Lukasz & Guo, Yunrong & Lu, Michelle & Storey, Kier & Macklin, Miles & Hoeller, David & Rudin, Nikita & Allshire, Arthur & Handa, Ankur & State, Gavriel. (2021). Isaac Gym: High Performance GPU-Based Physics Simulation For Robot Learning. 10.48550/arXiv.2108.10470.
4. Zhang, Y., Wang, H., & Liu, W. (2023). "Development of a Novel Adaptive Control Framework for Walking Robots in Unstructured Environments." International Journal of Advanced Robotic Systems, 20(4), 172. DOI: 10.1177/17298814221115609

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ КОДУВАННЯ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ

Вступ. В даний час, у зв'язку з активним розвитком комунікаційних технологій, особливо мобільних, вирішення проблеми кодування мовної інформації має велике значення. На сьогодні не існує алгоритму стиснення даних без втрат, який можна вважати найкращим. Причина полягає, частково в тому, що коефіцієнт стиснення не є єдиним критерієм для оцінки алгоритму. Однак, якщо обмежитись аналізом лише коефіцієнта стиснення, то можна вирізнити кілька алгоритмів і жоден з яких не є найкращим для кожного набору стиснення даних. На сьогодні двома алгоритмами, які досягають найкращого середнього коефіцієнта стиснення, вважаються алгоритм прогнозування шляхом часткового співставлення та алгоритм зважування контекстного дерева.

Постановка задачі. Завдання дослідження полягає у виборі кращого алгоритму серед універсальних алгоритмів компресії даних без втрат. Об'єкт дослідження - процес кодування голосових сигналів. Предмет дослідження - алгоритми кодування сигналів мовлення для задач цифрової телефонії.

Основний матеріал. Слід зазначити, що інформація мовлення принципово відрізняється від текстової. При шифруванні тексту використовується певний обмежений набір символів, тому при роботі з текстом можуть використовуватися такі шифри, як шифри перестановки, шифри підстановки, шифри збивання і так далі. Мову неможна представити набором будь-яких символів. Тому принципи кодування інші. При кодуванні мовної інформації виступає завдання максимального стиснення мовного сигналу.

Аналіз досліджень показує, що важко назвати алгоритм стиснення мовних сигналів без втрат, який можна вважати найкращим. Алгоритм Вольфа і Віллемса [1] дозволяє використовувати дві різні, адаптивні моделі даних. Закодоване повідомлення розшифровується обома моделями паралельно. Ідея алгоритму полягає в ентропійному кодуванні деяких символів повідомлень на основі розподілу ймовірностей, визначеного першою моделлю даних, а решти символів - за допомогою другої моделі. Поділ повідомлення на фрагменти, закодовані за допомогою однієї і тієї ж моделі даних, здійснюється на основі аналізу ефектів від використання для кодування розподілів ймовірностей символів, отриманих обома моделями. Для того, щоб здійснити декомпресію, крім символів повідомлення, кодується також так звана послідовність переходів, тобто послідовність бітів, яка визначає позиції початків послідовних фрагментів, закодованих за допомогою однієї і тієї ж моделі. Мета полягає у визначенні такої послідовності переходів, яка мінімізує загальну довжину закодованого повідомлення і закодованої послідовності переходів. Автори алгоритму пропонують кілька варіантів різної складності. Експерименти з моделями даних, такими як СТВ і РРМ, показують, що кожен варіант алгоритму дає кращий коефіцієнт стиснення, ніж алгоритми з однією моделлю даних.

В алгоритмі, опублікованому М. Барроузом і Д. Вілером [2], повідомлення від джерела перед кодуванням за допомогою енкодера ентропії трансформується за допомогою перетворення Берроуза-Вілера і FM-індексу. Перевага алгоритмів, які використовують перетворення Берроуза-Вілера, полягає в тому, що вони витрачають менше часу та потребують менше пам'яті в поєднанні з коефіцієнтами стиснення, які відповідають кращим відомим на сьогодні алгоритмам. Дослідження алгоритмів з використанням перетворення Берроуза – Вілера проводяться також в Інституті комп'ютерних наук Сілезького технологічного університету. Результати, отримані С. Деоровичем [3], показують, що алгоритми, які використовують перетворення Берроуза-Вілера, є кращими.

Ф.М.Віллемс, Ю.М. Штарков та Т.Дж.Тялкенс опублікували алгоритм зважування контекстного дерева (СТВ), який є адаптивною моделлю даних для двійкових джерел [4]. У випадку повідомлень з джерел з більшими розмірами вихідного алфавіту модель СТВ може бути

використана після перетворення повідомлення у відповідну кількість двійкових повідомлень. Відомі також варіанти алгоритму CTW [5], призначеного для прямого моделювання повідомлень з джерелами з розміром алфавіту більшими за 2. В алгоритмі CTW будується двійкове контекстне дерево з довжинами, що не перевищують деяке значення d . Напрямки розгалуження послідовних ребер від кореня до даного вузла визначаються послідовними символами контексту, пов'язаного з цим вузлом. Листя дерева є контекстами довжини d . Передбачається, що символи, які зустрічаються в даному контексті, генеруються джерелом, не пов'язаним з пам'яттю, тобто ймовірність появи символу 1 в даному контексті не залежить від інших символів і дорівнює P . Це припущення означає, що порядком, в якому з'являлися символи, можна знехтувати, і тому замість зберігання послідовності символів, достатньо порахувати входження окремих символів. Невідома величина P , у міру появи нових символів оцінюється з наростаючою точністю. В алгоритмі CTW листку дерева присвоюється вага, що дорівнює ймовірності появи послідовності символів, що вже з'явилися в даному контексті. Для контекстів, коротших за d , тобто вузлів, які не є листками дерева контексту, ймовірність, присвоєна послідовності символів, що відбулися в контексті (вага вузла), може бути визначена двома способами. Як і у випадку з листками контекстного дерева, можна припустити, що це послідовність, породжена джерелом без пам'яті, і ймовірність її виникнення може бути визначена на основі числа входжень окремих символів алфавіту. Ця вага також може бути визначена на основі синів даного вузла, тобто ймовірностей послідовностей в тих контекстах, для яких даний контекст є суфіксом. Замість того, щоб вибрати одне з перерахованих вище рішень, алгоритм CTW визначає їх зважену суму. Вага, присвоєна кореню дерева, є ймовірністю виникнення всієї вже обробленої частини повідомлення. Після кодування наступного символу у повідомленні потрібно оновити лічильники символів і ваги на всіх вузлах шляху від кореня до листка, що відповідає контексту цього символу. Розподіл ймовірностей символів вихідного алфавіту, необхідних ентропійному кодеру для кодування наступного символу повідомлення, може бути визначений шляхом моделювання вставки окремих символів алфавіту в модель і порівняння кореневих ваг після вставки окремих символів.

Висновки. Дослідження показали, що поліпшення коефіцієнтів стиснення досягається за рахунок більш точного визначення вхідних даних для енкодера ентропії, тобто побудови більш якісних моделей даних. Алгоритми прогнозування за частковою відповідністю, зважуванням контекстного дерева, а також алгоритмом Вольфа і Віллемса відрізняються від раніше відомих алгоритмів тільки використовуваною моделлю даних. Інтерес представляє алгоритм Вольфа і Віллемса, який аналізує ефекти від використання двох різних моделей даних. Алгоритм Берроуза-Вілера відрізняється від інших алгоритмів і частково схожий на алгоритми прогнозування та перетворення, що використовуються при стисненні звукових сигналів. Замість того, щоб будувати складну модель даних, достатньо перетворити дані для досягнення кращого коефіцієнта стиснення, використовуючи простішу модель даних. В середньому, цей алгоритм досягає ступеня стиснення трохи гіршого, ніж інші обговорювані алгоритми, але він має значно нижчу складність, а для деяких наборів даних він досягає кращих коефіцієнтів стиснення.

Коефіцієнт компресії, що досягається алгоритмом, не є єдиним критерієм для його оцінки, тому співіснують різні алгоритми для задоволення різних вимог.

Список літератури

1. Volf P. A., Willems F. M. J.: Switching Between Two Universal Source Coding Algorithms. Proceedings of the IEEE Data Compression Conference, USA, March 2008, pp. 491-500.
2. Balkenhol B., Kurtz S.: Universal Data Compression Based on the Burrows-Wheeler Transformation: Theory and Practice. IEEE Trans. on Computers, Oct. 2010, Vol.49(10)
3. Deorowicz S.: Universal lossless data compression algorithms. Rozprawa doktorska, Institute of Computer Science, Silesian University of Technology, Gliwice, 2003.
4. Willems F., Shtarkov Y., Tjalkens T.: Reflections on "The Context-Tree Weighting Method: Basic Properties". IEEE Information Theory Society Newsletter, Vol. 47, March 1997, pp. 20-7.
5. Sadakane K., Okazaki T., Imai H.: Implementing the Context Tree Weighting Method for Text Compression. Proceedings of the IEEE Data Compression Conference (DCC'2000), USA 2000, pp. 123-32

СИНТЕЗ НЕЙРОКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ З УЗГОДЖЕНО-ПАРАЛЕЛЬНИМ ОБРОБЛЕННЯМ ІНТЕНСИВНИХ ПОТОКІВ ДАНИХ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Вступ. Сучасний розвиток нейрокомп'ютерних систем реального часу характеризується розширенням їх застосування в таких галузях, як автомобільна промисловість, робототехніка, охорона здоров'я, енергетика та безпека. Ці системи виконують важливі завдання, включаючи розпізнавання дорожніх знаків, автономне управління, моніторинг енергосистем та захист даних. Основні вимоги до них включають високу швидкість обробки, передбачуваність, зниження енергоспоживання та надійність [1]. Для забезпечення цих вимог використовуються спеціалізовані апаратні засоби, такі як графічні процесори та FPGA. Синтез таких систем вимагає нових підходів до організації нейроелементів та управління потоками даних, що досягається через використання конвеєризації і багатоканальних пристроїв [2].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – синтез нейрокомп'ютерних систем реального часу, здатних до узгоджено-паралельної обробки інтенсивних потоків даних.

Предмет дослідження – методи синтезу нейрокомп'ютерних систем, що включають використання поточкових графів нейромереж, алгоритмів паралельно-поточкового обчислення скалярного добутку, структури нейроелементів та пристроїв обміну.

Мета дослідження – розробити метод синтезу нейрокомп'ютерних систем, що забезпечить ефективну обробку інтенсивних потоків даних у реальному часі. Це дозволить створити модульні та регулярні структури, орієнтовані на реалізацію на сучасній елементній базі з високою продуктивністю і мінімальними витратами на енергоспоживання.

Для досягнення мети було визначено такі завдання:

- Розробити метод синтезу НКС, що дозволить підвищити ефективність обробки великих обсягів даних, забезпечити швидке реагування на змінні умови та мінімізувати затримки і енергоспоживання завдяки інтеграції алгоритмів машинного навчання.
- Створити структури базових компонент (нейроелементів паралельно-поточкового типу, послідовно-паралельних перетворювачів та багатоканальних пристроїв обміну), які дозволять синтезувати НКС з узгоджено-паралельною обробкою даних.

Основний матеріал. Метод синтезу нейрокомп'ютерних систем (НКС) з узгоджено-паралельним обробленням інтенсивних потоків даних у реальному часі базується на отриманні модульної та регулярної структури, здатної працювати на сучасній елементній базі з високою ефективністю використання ресурсів. Цей процес можна розбити на кілька ключових етапів.[3]

1. Оцінювання обчислювальних і структурних характеристик нейромережі. Для такої оцінювання необхідно нейромережу подати у вигляді поточкового функціонального графу $F=(\Phi, \Gamma)$, де $\Phi=\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n\}$ – множина функціональних операторів (базових нейрооперацій), Γ – закон відображення зв'язків між операторами. Графічно такий функціональний граф відображають у вигляді вершин, що відповідають базовим нейроопераціям Φ_i та дуг, які відображають зв'язки між ними (рис. 1).

2. Просторово-часове відображення нейромережі. На цьому етапі структуру нейромережі відображають у вигляді конкретизованого узгодженого поточкового графу. Поточковий граф дозволяє виявити паралелізм та узгодити обчислення із апаратними ресурсами, що забезпечує ефективну обробку даних у реальному часі.

3. Визначення базових компонент. Після побудови графу визначаються базові компоненти для синтезу НКС, зокрема нейроелементи та пристрої обміну даними між шарами нейромережі. Це необхідно для забезпечення безперервної та паралельної обробки великих обсягів даних.

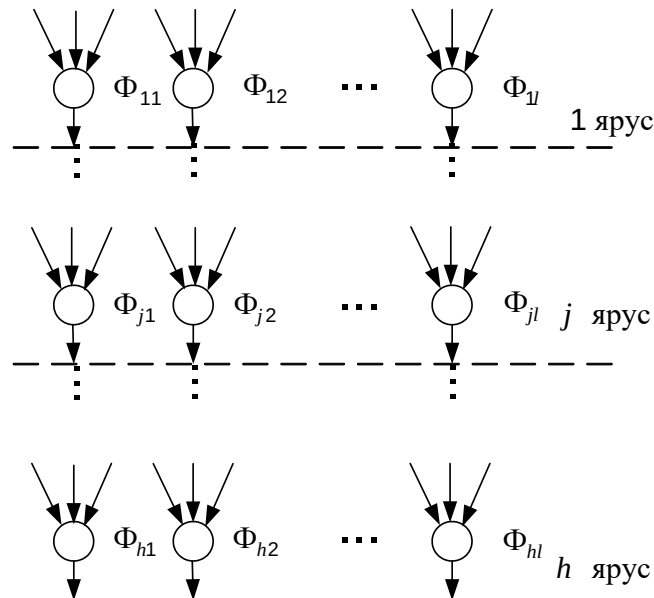


Рисунок 1 - Поточковий функціональний граф нейромережі

4. Визначення характеристик базових компонент. На цьому етапі аналізують основні параметри базових компонент, такі як швидкодія, енергоефективність, точність обчислень та стійкість до відмов.

5. Розроблення базових компонент. Структури нейроелементів паралельно-поточкового типу та послідовно-паралельних перетворювачів створюються для забезпечення узгодженої обробки даних із високою продуктивністю та мінімальними затримками.

6. Розроблення зовнішнього інтерфейсу та інтерфейсу обміну даними. Зовнішній інтерфейс повинен забезпечувати послідовно-паралельне перетворення операндів з мінімальною кількістю виводів. Для нейроелемента паралельно-поточкового типу з обчисленням макрочасткового добутку для k розрядів розроблена структура послідовно-паралельне перетворювача, яка наведена на рис. 2, де БРГ – буферний регістр.

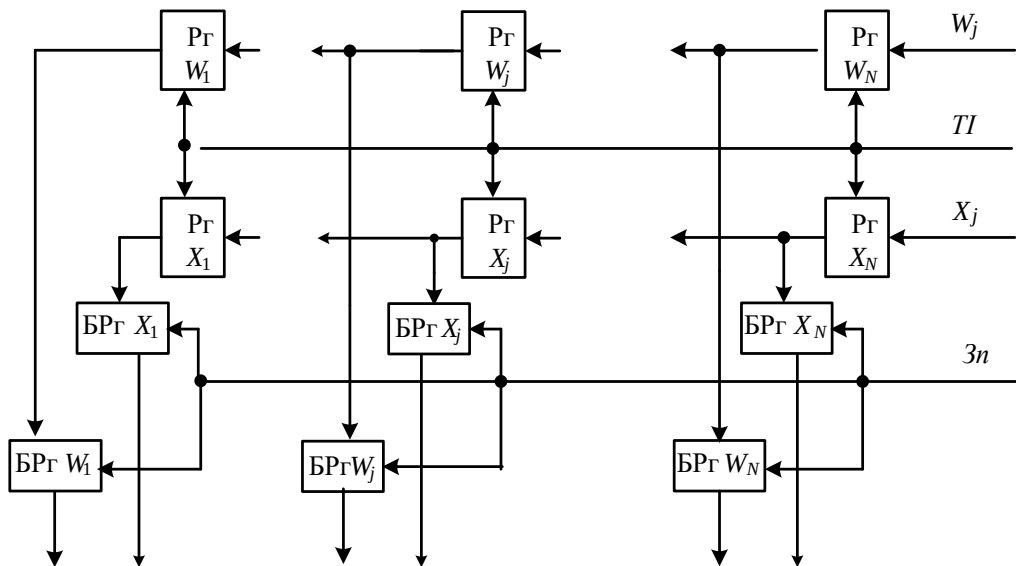


Рисунок 2 - Структура послідовно-паралельне перетворювача для нейроелемента з обчисленням макрочасткового добутку для k розрядів.

7. Алгоритми управління обчислювальним процесом. Розробляються алгоритми, які керують обчислювальними процесами, узгоджуючи швидкість надходження даних із швидкістю їх обробки. Це дозволяє забезпечити постійне надходження даних без затримок. Структура перетворювача наведена на рис. 3.

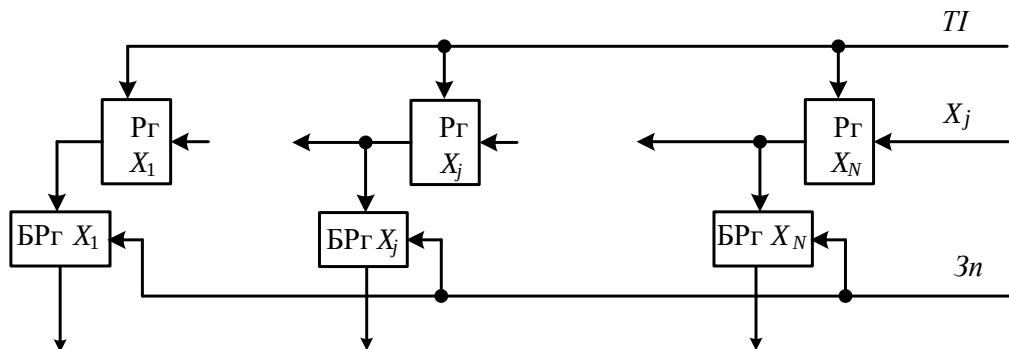


Рисунок 3 - Структура послідовно-паралельного перетворювача для нейроелемента з табличним отриманням макрочасткового добутку.

8. Переходу до апаратної реалізації. Завершальним етапом є перехід від узгодженого потокового графу до його апаратної реалізації. Для цього використовуються методи адекватного апаратного відображення графів, що дозволяє синтезувати НКС, які забезпечують високу ефективність використання обладнання та відповідність вимогам реального часу.

Для зменшення апаратних затрат та забезпечення високих техніко-експлуатаційних характеристик на реалізацію НКС реального часу доцільно здійснювати на базі проблемно-горієнтованого підходу. Такий підхід до реалізації НКС реального часу поєднує у собі використання універсальних і спеціалізованих реалізацій, програмних і апаратних засобів. Результати дослідження показали, що запропонований метод дозволяє значно підвищити продуктивність і енергоефективність НКС, а також знизити затримки обробки даних за рахунок інтеграції сучасних алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту.[4]

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено метод синтезу нейрокомп'ютерних систем (НКС) з узгоджено-паралельним обробленням даних у реальному часі, що забезпечує високу ефективність використання обладнання. Основою цього методу є представлення нейромереж у вигляді узгодженого конкретизованого потокового графу, який дозволяє виявити всі можливі форми паралелізму для підвищення продуктивності.

Визначено, що ступінь деталізації функціональних операторів залежить від інтенсивності надходження даних та засобів реалізації. Це дозволяє змінювати складність і кількість операцій у кожній сходинці конвеєра для оптимального узгодження швидкості оброблення даних. Розроблено два види нейроелементів паралельно-потокового типу, що реалізують обчислення через аналіз розрядних зрізів або шляхом зчитування даних з таблиць.

Також створено багатоканальний пристрій обміну даними, що забезпечує безконфліктний обмін із зовнішніми пристроями, підвищуючи ефективність використання ресурсів. Узгодження інтенсивності надходження даних із обчислювальними процесами досягається за рахунок зміни кількості нейроелементів і частоти роботи конвеєра. Завершальним етапом синтезу є перехід до апаратної реалізації, де функціональні оператори відображаються у відповідні апаратні блоки.

Список літератури

1. Markevych, K. (2021). *Smart infrastructure in sustainable urban development: world experience and prospects of Ukraine*. Razumkova Center, Zapovit Publishing House, Kyiv, Ukraine, 400 p. URL: <https://razumkov.org.ua/uploads/other/2021-SMART-%D0%A11YTI-SITE.pdf>
2. Vishnevskiy, V. P., Vyietska, O. V., Harkushenko, O. M., Knyazev, S. I., Lyakh, O. V., Chekina, V. D., & Cherevatskiy, D. Yu. (2018). *Smart industry in the era of digital economy: Prospects, directions, and development mechanisms: Monograph* (V. P. Vishnevskiy, Ed.). National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Industrial Economics, Kyiv, 192 p. URL: <https://iie.org.ua/monografiyi/smart-promislovist-v-epohu-tsifrovoyi-ekonomiki-perspektivi-napryami-i-mehanizmi-rozvitku>
3. Vishnevskiy, V. P., Vyietska, O. V., Vyietskiy, O. A., Vorgach, O. A., Harkushenko, O. M., Dasiv, A. F., Zanizdra, M. Yu., Zbaraska, L. O., Knyazev, S. I., Kravchenko, S. I., Lipnytskyi, D. V., Madykh, A. A., Mazur, Yu. O., Nikiforova, V. A., Okhtien, O. O., Sokolovska, O. V., Turlakova, S. S.,

Chekina, V. D., Shevtsova, H. Z., & Shchetilova, T. V. (2020). *Smart industry: Directions of formation, problems, and solutions: Monograph* (V. P. Vishnevskiy, Ed.). National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Industrial Economics, Kyiv, 464 p. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2020/04/2019-smart-promyslovist_napriamy-stanovlennia-problemy-i-rishennia_compressed-1.pdf

4. Tsmots, I., Teslyuk, V., Kryvinska, N., Skorokhoda, O., & Kazymyra, I. (2023). Development of a generalized model for parallel-streaming neural element and structures for scalar product calculation devices. *Journal of Supercomputing*, 79(5), pp. 4820–4846. <https://doi.org/10.1007/s11227-022-04838-0>

Лисик М. А.

бакалавр ФКІТ ЗУНУ

Науковий керівник к.т.н., доцент Піцун О.Й., кафедра КІ ЗУНУ

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ DEVOPS В МАШИННОМУ НАВЧАННІ

Вступ. З розвитком технологій машинного навчання (ML) зростає потреба в ефективній організації розробки та впровадження ML-моделей. Використання засобів DevOps у сфері машинного навчання стає важливим компонентом цього процесу, оскільки дозволяє прискорити розробку, забезпечити автоматизацію та покращити керованість проектами. DevOps-підходи, адаптовані під ML, створюють основу для швидшого тестування, безперервного розгортання та моніторингу моделей, що, в свою чергу, підвищує якість і надійність ML-рішень. Сучасні системи машинного навчання вимагають ефективної організації процесів розробки, тестування, розгортання, моніторингу та управління, а DevOps-підходи можуть допомогти розв'язати багато з цих завдань.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – процеси автоматичного формування інфраструктури для проведення задач машинного навчання.

Предмет дослідження – DevOps практики для формування CI/CD пайплайнів.

Головна мета даного дослідження полягає в аналізі засобів для реалізації DevOps підходів для машинного навчання.

Основний матеріал. Infrastructure as Code — це підхід, який дозволяє створювати, управляти та конфігурувати інфраструктуру за допомогою коду, замість ручного налаштування серверів і ресурсів. Основна ідея IaC полягає в тому, щоб усі елементи інфраструктури, такі як сервери, бази даних, мережі й сховища, описувалися як текстові конфігураційні файли, що полегшує управління, повторюваність і масштабування інфраструктури. Це дозволяє автоматизувати процеси розгортання й оновлення інфраструктури, що особливо корисно для складних систем машинного навчання. IaC дозволяє автоматично налаштовувати обчислювальні ресурси та середовище для тренування й розгортання ML-моделей. Це полегшує запуск нових моделей, які потребують значних обчислювальних ресурсів, таких як GPU, CPU чи кластери, автоматизуючи процеси підготовки середовища.

З IaC команди можуть швидко розгорнути середовища, необхідні для тренування різних моделей. Це може бути корисно для науковців та інженерів, які постійно тестують різні моделі або алгоритми і потребують ідентичних налаштувань середовища.

При обробці великих обсягів даних IaC дозволяє швидко розгорнути кластери обчислювальних ресурсів, налаштувати сховища для даних і забезпечити паралельну обробку. Наприклад, Terraform і Kubernetes дозволяють швидко збільшити обсяги ресурсів, щоб обробляти нові дані.

У виробничому середовищі IaC допомагає легко розгорнути нові версії моделей і контролювати середовище. Це дозволяє автоматизувати процес оновлення моделей, зберігаючи стабільність сервісу і зменшуючи ризик виникнення помилок під час розгортання.

Аналіз інструментів для управління даними наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Аналіз інструментів для управління даними

Інструмент	Опис	Особливості
DVC	Система контролю версій даних для відстеження змін у наборах даних та моделях.	Підтримка Git, інтеграція з локальними та хмарними сховищами.
Pachyderm	Платформа для обробки даних із підтримкою версіонування та контейнеризації.	Підтримка Kubernetes, паралельна обробка даних.

Підходи до використання засобів DevOps розглянуто у роботі [1]. У роботах [2-3] проаналізовано сучасні механізми використання технологій у машинному навчанні.

Аналіз інструментів для оркестрація робочих процесів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 - Аналіз інструментів для оркестрація робочих процесів

Інструмент	Опис	Особливості
Kubeflow	Платформа для управління ML-пайплайнами на основі Kubernetes.	Автоматизація, масштабованість, інтеграція з хмарними сервісами.
Apache Airflow	Планувальник робочих процесів, що дозволяє управляти завданнями в ML.	Розширені можливості автоматизації та планування.

Аналіз інструментів для управління експериментами наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 - Аналіз інструментів для управління експериментами

Інструмент	Опис	Особливості
MLflow	Платформа для управління експериментами, реєстрації, розгортання та моніторингу моделей.	Інтеграція з бібліотеками ML, підтримка CI/CD, можливість розгортання моделей.
Weights & Biases (W&B)	Інструмент для відстеження експериментів, візуалізації результатів та управління ML-проектами.	Розширені дашборди для візуалізації, підтримка різних ML-фреймворків.

Аналіз таблиць дозволяє побачити ключові можливості інструментів для DevOps у машинному навчанні, які допомагають автоматизувати, контролювати та оптимізувати процес розробки, розгортання та моніторингу моделей.

Висновки. Застосування DevOps-підходів у машинному навчанні забезпечує прискорення розробки та розгортання моделей, підвищує їх якість, надійність і стабільність у робочих середовищах. DevOps допомагає командам впоратися з комплексністю ML-процесів, що стає критичним у сучасних умовах швидкої зміни технологій та зростання вимог до якості та масштабованості ML-рішень.

Список літератури

1. Berezsky Oleh, Pitsun Oleh, Melnyk Grygory, Batko Yuriy, Derysh Bohdan, and Liashchynskyi Petro. "Application Of MLOps Practices For Biomedical Image Classification." In IDDM, pp. 69-77. 2022.
2. Berezsky Oleh, Pitsun Oleh, Grygoriy Melnyk, Tamara Datsko, Ivan Izonin, and Bohdan Derysh. "An Approach toward Automatic Specifics Diagnosis of Breast Cancer Based on an Immunohistochemical Image." Journal of Imaging 9, no. 1 (2023): 12. <https://doi.org/10.3390%2Fjimaging9010012>
3. Berezsky Oleh, Pitsun Oleh, Bohdan Derysh, Ihor Pazdriy, Grygory Melnyk, and Yuriy Batko. "Automatic segmentation of immunohistochemical images based on U-net architecture." In 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), vol. 1, pp. 29-32. IEEE, 2021. <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648669>

ПОРІВНЯННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І МАШИННО-НАВЧЕНИХ ПІДХОДІВ ДО ГЕНЕРАЦІЇ ТЕКСТУР

Вступ. Текстури відіграють ключову роль у створенні реалістичних візуалізацій у комп'ютерній графіці. Вони надають об'єктам деталі, які допомагають передати відчуття матеріалів, таких як дерево, метал або тканина, а також поверхонь — гладких чи шорстких. Це впливає на сприйняття сцени глядачами і може суттєво поліпшити емоційний вплив зображення, створюючи враження реальності та занурення у віртуальний світ.

Постановка задачі. Традиційні методи генерації текстур зазвичай базуються на процедурних алгоритмах або використанні зразків. Процедурні методи створюють текстури за допомогою математичних функцій, які дозволяють генерувати різноманітні візерунки без потреби у реальних фотографіях. Серед найбільш відомих процедурних підходів виділяються Perlin noise. Шум Перліна, генерує природні, гладкі текстури, які часто використовуються для створення елементів, таких як земля і хмари [1]. Об'єкт дослідження — процеси генерації текстур зображення. Предмет дослідження — алгоритми синтезу на основі нейромереж. Мета даного дослідження порівняння ефективності генерації текстур.

Основний матеріал. Використання зразків, зокрема фотографічних текстур, дозволяє досягти високої деталізації, що є важливим у 3D-модельованні. Технології обробки зразків, такі як "texture tiling", дозволяють створювати безшовні повторювані текстури, які широко використовуються в іграх і анімації. Традиційні методи генерації текстур мають свої переваги: художники можуть точно налаштовувати параметри, що забезпечує контроль над результатом, а також ці методи зазвичай не вимагають великих обчислювальних ресурсів, що робить їх доступними для більшості користувачів.

Машинно-навчені підходи до генерації текстур використовують нейронні мережі, зокрема GAN (Generative Adversarial Networks) та CNN (Convolutional Neural Networks). GAN складається з двох мереж: генератора, який створює нові текстури, та дискримінатора, що оцінює їх схожість на реальні. Цей змагальний процес дозволяє досягти фотореалістичних результатів, оскільки генератор постійно вдосконалюється на основі зворотного зв'язку від дискримінатора [2].

Конволюційні нейронні мережі здатні обробляти великі обсяги зображень, що дозволяє створювати текстури з високою деталізацією. Серед успішних реалізацій варто згадати DeepDream, проект Google, який генерує сюрреалістичні зображення, підкреслюючи певні патерни у вхідних даних, а також StyleGAN від NVIDIA, що дозволяє контролювати стиль і зміст генерованих текстур. Переваги машинного навчання в цій сфері включають фотореалізм, можливість адаптації до різних стилів і автоматизацію процесу, що звільняє художників від рутинних завдань і дозволяє їм зосередитися на творчості [3].

Порівняння ефективності генерації текстур виявляє кілька ключових аспектів, які варто розглянути детальніше.

1. Фотореалізм і деталізація - машинно-навчені текстури зазвичай демонструють вищий фотореалізм і деталізацію. Нейронні мережі, зокрема GAN, здатні вивчати складні патерни, створюючи деталі, які важко досягти традиційними методами. Наприклад, завдяки аналізу величезних наборів даних, нейронні мережі можуть виявляти нюанси, які залишаються непомітними для людського ока, такі як текстурні переходи, градієнти кольорів і мікрорельєфи.

2. Унікальність текстур - методи на основі GAN можуть генерувати унікальні текстури, які не повторюються. Це особливо важливо в ігровій індустрії, де унікальність може суттєво вплинути на враження гравця. Традиційні підходи часто обмежуються шаблонами, що може призводити до повторюваності та одноманітності.

3. Швидкість генерації - традиційні методи зазвичай виконуються швидше, що дозволяє художникам швидко отримувати результати. Хоча навчання машинно-навчених моделей може займати багато часу, їх генерація текстур може бути швидкою після завершення навчання.

4. Обчислювальні ресурси - традиційні методи потребують менше обчислювальних ресурсів, тоді як машинне навчання вимагає потужних GPU та великих обсягів даних.

5. Контроль над результатом - традиційні методи забезпечують більший контроль над параметрами генерації текстур, що важливо для точності відображення матеріалів.

Таким чином, порівняння ефективності генерації текстур вказує на те, що обидва підходи мають свої переваги та недоліки. Вибір між традиційними та машинно-навченими методами залежить від конкретних задач і ресурсів, доступних розробникам.

Труднощі та обмеження в генерації текстур можна розділити на дві основні категорії: традиційні методи та машинне навчання. Традиційні підходи стикаються з труднощами у створенні унікальних текстур, оскільки художники можуть стикатися з повтореннями, особливо при використанні зразків. Обмежений контроль над результатом може призводити до непередбачуваних виходів, що ускладнює досягнення бажаного вигляду. Наприклад, наявність артефактів на зразках може негативно вплинути на загальну якість текстури.

З іншого боку, машинне навчання має свої труднощі. По-перше, для навчання моделей потрібні великі обсяги даних, що може бути складним завданням. Збір і обробка таких даних часто вимагає значних зусиль і ресурсів. По-друге, існує ризик перенавчання, коли модель запам'ятовує навчальні дані замість генерації нових текстур, що знижує її ефективність. Це може призвести до ситуацій, коли модель створює текстури, які виглядають схожими на вже існуючі, а не генерує щось нове. Нарешті, налаштування нейронних мереж вимагає спеціалізованих знань у галузі машинного навчання та програмування, що може бути перешкодою для деяких користувачів.

Подальший розвиток алгоритмів машинного навчання обіцяє нові можливості у створенні текстур, зокрема через інтеграцію нових технологій у програми для 3D-моделювання та ігор. Наприклад, нові підходи до генерації текстур можуть включати використання віртуальної та доповненої реальності, що відкриває нові можливості для інтерактивності та занурення. Вибір підходу має ґрунтуватися на конкретних задачах: для швидкого прототипування доцільно використовувати традиційні методи, тоді як для фотореалістичних проєктів більш ефективним буде застосування машинного навчання.

Висновки. Поєднання традиційних і машинно-навчених підходів може стати ключем до створення текстур, які не лише відповідають вимогам сучасної графіки, але й відкривають нові можливості для творчості та інновацій у цій динамічній галузі.

Список літератури

1. J. Parker, "Procedural Texture Generation," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 18, no. 5, pp. 32-39, 1998.
2. J. Y. Zhu, T. Park, P. Isola, and A. A. Efros, "Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks," Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017.
3. Radford, L. Metz, and S. Chintala, "Learning Representations by Maximizing Mutual Information Across Views," arXiv preprint arXiv:1906.00910, 2019.
4. T. Karras, S. Laine, and T. Aila, "A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks," Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019.

АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІПЕРПАРАМЕТРІВ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. Задача оптимізації гіперпараметрів у контексті обробки гістологічних зображень є складною та важливою частиною процесу навчання глибоких нейронних мереж. Гістологічні зображення відрізняються високою різноманітністю текстур, кольорів і форм, що робить налаштування моделей особливо делікатною справою. Вибір правильних гіперпараметрів, таких як швидкість навчання, кількість шарів, розмір міні-батчу або регуляризаційні параметри, має вирішальне значення для забезпечення високої точності сегментації та класифікації цих зображень [1].

Постановка задачі. Об'єкт дослідження - процес навчання глибоких нейронних мереж для аналізу гістологічних зображень. Предмет дослідження - методи оптимізації гіперпараметрів глибоких нейронних мереж для сегментації та класифікації гістологічних зображень. Головна мета даного дослідження полягає в розробці алгоритмів автоматизації оптимізації гіперпараметрів

Основний матеріал. Для вирішення задачі оптимізації гіперпараметрів використовуються кілька методів. Один із найпростіших та найпоширеніших є метод сіткового пошуку (Grid Search), який передбачає систематичне перебирання всіх можливих комбінацій гіперпараметрів з визначеного діапазону. Цей метод, хоча й є вичерпним, має певні обмеження, особливо у випадках, коли кількість гіперпараметрів є значною, що значно збільшує обчислювальну складність. Такий підхід може бути застосований на початкових етапах, коли потрібно отримати загальне уявлення про найкращі налаштування, але для більш детального та ефективного пошуку використовуються інші методи.

Ще один підхід — це випадковий пошук (Random Search), який базується на випадковому виборі значень гіперпараметрів з визначеного діапазону. Цей метод часто виявляється ефективнішим, ніж повний перебір, оскільки він дозволяє уникати зайвих обчислень, концентруючись на різноманітних точках параметричного простору. Для обробки гістологічних зображень, де висока варіативність текстур і форм потребує гнучкості, випадковий пошук може виявитися корисним, оскільки він здатен виявляти такі комбінації параметрів, які не були б розглянуті при систематичному переборі.

Однак найефективнішим підходом до оптимізації гіперпараметрів у випадку складних задач, як-от сегментація гістологічних зображень, є байєсівська оптимізація. Цей метод використовує статистичні моделі для побудови апроксимації функції втрат і спрямовує пошук у ті області, де, ймовірно, знаходяться оптимальні значення гіперпараметрів. Байєсівська оптимізація враховує попередні результати для зменшення кількості необхідних ітерацій і дозволяє швидше досягти прийняттого результату. Це особливо важливо для гістологічних зображень, де кожна ітерація тренування мережі може бути досить тривалою через високу роздільну здатність та об'ємність даних [1,2].

Ще однією методикою є адаптивний пошук гіперпараметрів, зокрема метод Hyperband, який ґрунтується на виділенні ресурсів найперспективнішим комбінаціям гіперпараметрів. В умовах обмежених обчислювальних ресурсів цей підхід дозволяє швидко відсіювати неефективні конфігурації і сфокусувати увагу на тих, що дають обіцяючі результати. У випадку роботи з гістологічними зображеннями, де кожна модель може потребувати значних ресурсів для обробки великих даних, Hyperband допомагає ефективно розподілити час та обчислювальні потужності.

Для більш складних задач, де оптимізація гіперпараметрів потребує автоматизації, використовуються технології AutoML, що включають Neural Architecture Search (NAS). Ці методи дозволяють автоматично вибирати як архітектуру моделі, так і оптимальні гіперпараметри, що особливо актуально в контексті сегментації гістологічних зображень, де ефективна архітектура моделі має критичне значення для правильного виділення структур

тканин. AutoML може бути корисним для зменшення потреби у людській експертизі, оскільки пошук ефективної комбінації архітектури та гіперпараметрів є дуже складним завданням, яке вимагає досвіду і часу.

Автоматизація оптимізації гіперпараметрів та архітектури моделей глибокого навчання є важливим напрямом у сучасному машинному навчанні, особливо для задач, які потребують високої точності, як-от сегментація гістологічних зображень. Одним із ключових інструментів, що дозволяє досягти цієї автоматизації, є AutoML (Automated Machine Learning). AutoML – це набір технологій, які автоматизують процес створення, навчання та налаштування моделей машинного навчання, зменшуючи потребу у ручному втручанні та експертних знаннях. Одним із найперспективніших підходів у рамках AutoML є NAS (Neural Architecture Search), який дозволяє автоматично шукати оптимальну архітектуру глибокої нейронної мережі для певного завдання. Ці технології особливо корисні у задачах сегментації зображень, де точність і правильна побудова архітектури мають критичне значення для виділення структур тканин.

Для впровадження AutoML у задачі сегментації гістологічних зображень насамперед необхідно підготувати дані. Це включає збирання високоякісних зображень, їх попередню обробку, яка може включати нормалізацію інтенсивності пікселів та збільшення розміру вибірки шляхом аугментації, а також розподіл даних на навчальну, валідаційну та тестову вибірки. Важливою складовою є також анотація даних, яка забезпечує відповідність між зображеннями та їх масками сегментації.

Наступним кроком є вибір платформи AutoML, яка підтримує інтеграцію з NAS. Серед таких інструментів можна виділити AutoKeras, Google AutoML, а також більш відкриті рішення, як-от NNI (Neural Network Intelligence). Ці платформи дозволяють налаштувати процес пошуку оптимальної архітектури та гіперпараметрів, використовуючи сучасні методи, такі як еволюційні алгоритми, градієнтний пошук або методи підкріплювального навчання.

Процес пошуку оптимальної моделі вимагає визначення метрик оцінювання, таких як IoU (Intersection over Union) або Dice Coefficient, які забезпечують кількісну оцінку якості сегментації. У процесі NAS здійснюється генерація різних архітектур моделей, що тренуються на підготовлених даних, після чого найкращі конфігурації зберігаються для подальшого використання. Паралельно проводиться оптимізація гіперпараметрів, зокрема швидкості навчання, кількості епох та розміру міні-батчів.

Кінцевий етап включає тренування найкращої моделі, обраної на основі результатів AutoML, на повному наборі навчальних даних з урахуванням знайдених гіперпараметрів. Для запобігання перенавчанню застосовується раннє завершення навчання (early stopping). Після навчання модель оцінюється на тестовій вибірці, а її продуктивність перевіряється за допомогою обчислення метрик, які відповідають вимогам задачі.

Заключним кроком є деплоймент моделі для використання в реальних умовах. Модель може бути збережена у форматах, які забезпечують сумісність з різними програмними середовищами, такими як ONNX, TensorFlow SavedModel або PyTorch. Інтеграція моделі в систему сегментації гістологічних зображень дозволяє автоматизувати аналіз і значно покращити точність виділення структур тканин. У разі необхідності модель може бути вдосконалена за рахунок зворотного зв'язку і повторної оптимізації.

Висновки. Практична цінність виконаної роботи полягає в розробленні алгоритмів пошуку гіперпараметрів в задачі аналізу медичних зображень. Це може сприяти прискоренню розробки діагностичних систем, підвищенню їхньої точності та зниженню впливу людського фактору. Результати дослідження можуть бути використані в медичній практиці для автоматизованого виділення тканинних структур у гістологічних зображеннях, що є важливим кроком для ранньої діагностики захворювань та ефективного

Список літератури.

1. Syarif, I., Prügel-Bennett, A., & Wills, G.B. (2016). SVM Parameter Optimization using Grid Search and Genetic Algorithm to Improve Classification Performance. TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control, 14, 1502-1509.
2. Kolesnik, T.O., & Duchkov, A.A. (2022). Search for Optimal 2D Models of the U-net Neural Network for Solving the Problem of Semantic Segmentation of Tomographic Images of Hydrate-Containing Samples. Vestnik NSU. Series: Information Technologies.

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОТИДІЇ СПАМУ

Вступ. спам перетворився з простої масової розсилки на складну зброю в руках кіберзлочинців. Від простих рекламних оголошень до фішингових атак та спроб викрадення персональних даних – сучасний спам вміщує в собі широкий спектр загроз. Щоб успішно протистояти цій проблемі, необхідно розуміти, як працюють спамери та які методи вони використовують.

Постановка задачі. Наша задача – розглянути моделі машинного навчання, які зможуть точно класифікувати електронні листи на спам та неспам. Для цього ми будемо використовувати різноманітні методи обробки тексту, такі як аналіз слів, фраз і навіть емоджі. Модель має навчитися виявляти характерні ознаки спаму, наприклад, наявність шаблонних фраз, підозрілих посилань або незвичайних відправників. У результаті ми отримаємо надійний інструмент для боротьби з небажаною поштою

Основний матеріал. В сучасному світі ми не обіздємося від того що нам пропанує ШІ (штучний інтелект). Розглянемо деякі з них.

Наївний Байєсівський класифікатор (Naive Bayes classifier) - це простий ймовірнісний класифікатор, який базується на застосуванні теореми Байєса з "наївним" припущенням про незалежність між ознаками (у вигляді умовної незалежності) для спрощення обчислень. Цей метод широко використовується для класифікації тексту, фільтрації спаму, в рекомендаційних системах та інших задачах машинного навчання. Він є швидким у навчанні та працює добре з великими обсягами даних.

Метод опорних векторів (Support Vector Machine, SVM) забезпечує високу точність класифікації, особливо коли дані добре підготовлені; завдяки регуляризації, SVM може ефективно уникати перевитрати, навіть у випадках з великою кількістю ознак; SVM добре справляється з високимірними текстовими даними, такими як електронні листи.

Нейронні мережі є потужним інструментом для виявлення спаму, здатним забезпечити високу точність і адаптивність до нових викликів у боротьбі зі спамом бо можуть виявляти складні патерни у тексті, що забезпечує високу точність виявлення спаму, а також можуть адаптуватися до нових типів спаму за допомогою додаткового навчання. Проте навчання великих нейронних мереж може бути ресурсомістким і вимагати значних обчислювальних потужностей і для ефективного навчання моделей потребує великих обсягів даних, які можуть бути важкими для збирання та анотації.

Дерева прийняття рішень (DT) - це один з методів прогнозування, що використовуються в статистиці, інтелектуальному аналізі даних і машинному навчанні. Дерева прийняття рішень є потужним інструментом для аналізу даних, але вони повинні використовуватися з обережністю та часто в поєднанні з іншими методами, такими як ансамблеві методи (наприклад, Random Forest або Gradient Boosting), для покращення стабільності та продуктивності.

Випадковий ліс (random forest) – алгоритм машинного навчання, запропонований Лео Брейманом і Адель Катлер, що полягає у використанні ансамблю дереврішень [1]. Алгоритм поєднує в собі дві основні ідеї: метод баггінга (bagging – від bootstrap aggregation, тобто дерева навчаються по випадковим підвбіркам) і метод випадкових підпросторів. Алгоритм застосовується для задач класифікації, регресії і кластеризації.

Випадкові ліси або ліси випадкових рішень – це метод ансамблевого навчання для класифікації, регресії та інших завдань, який працює шляхом побудови безлічі дерев рішень під час навчання. Для класифікаційних завдань результатом випадкового лісу є клас, обраний більшістю дерев. Для завдань регресії повертається середнє або середнє прогнозування окремих дерев [2]. Для експерименту було застосовано три алгоритми, хоча розроблена система дає

можливість проєкспериментувати з будь-якою кількістю алгоритмів. В таблиці 1 ми звели три машинних алгоритми.

Таблиця 1 - Огляд ключових характеристик алгоритмів машинного навчання

Характеристика	SVM (Опорні вектори)	Random Forest (Випадковий ліс)	Bayes (Наївний Байєс)
Принцип роботи	Будує гіперплощину, що оптимально розділяє дані.	Ансамбль дерев рішень, кожне з яких будується на випадковій вибірці даних.	Обчислює ймовірність класу на основі теореми Байєса.
Переваги	Добре працює з високовимірними даними.	Висока точність, стійкий до перенавчання, обробляє різні типи даних.	Простий, ефективний для великих наборів даних, обробляє пропущені дані.
Недоліки	Чутливий до вибору ядра та параметрів, складний для інтерпретації.	Може бути обчислювально дорогим для великих наборів даних, складний для інтерпретації окремих дерев.	Припущення про незалежність ознак може бути неточним.
Типові застосування	Класифікація, регресія, виявлення аномалій.	Класифікація, регресія, ранжування.	Класифікація текстів, фільтрація спаму, рекомендаційні системи.
Стійкість до шуму	Середня	Висока	Середня
Інтерпретація	Складна	Складна для окремих дерев, але можна оцінити важливість ознак.	Проста
Швидкість роботи	Середня, може бути повільною для великих наборів даних, особливо при використанні нелінійних ядер.	Залежить від кількості дерев, але зазвичай швидка для тренування і прогнозування.	Дуже швидка, особливо для великих наборів даних.

Після проведених експериментів, за допомогою мови програмування PYTHON, було встановлено що найкраще працює модель SVM, яка найчастіше ідентифікувала спам, найгірше себе показала система, навчена на Bayes. Таким чином, можна скласти таблицю 2.

Результати мого дослідження також підтверджують, що скрипт тестування, який перевіряв правильність досліджених spam/ham повідомлень вивів такі результати:

Знайдено 2125 спаму, 20 пропущено, 10 пропущено ham, 1134 знайдено. У відношенні до таблиці 2. похибка склала всього 1.14%, що є некритичним показником для нейронних мереж.

Результатом роботи стало те, що система дійсно робоча і може навчатись на кастомних CSV, які можна генерувати з власних повідомлень або брати готові вибірки в мережі інтернет.

Висновок. Штучний інтелект, зокрема машинне навчання, стає нашим найкращим союзником у боротьбі зі спамом. Завдяки йому ми можемо розробляти все більш досконалі фільтри, які здатні розпізнавати навіть найхитріші спам-повідомлення. Уявіть собі, що комп'ютери зможуть аналізувати мільйони листів щосекунди і виявляти найменші ознаки спаму. Це дозволить нам позбутися цієї надокучливої проблеми і зосередитися на дійсно важливих справах

Таблиця 2 - Оцінка спрацювань

	Тестування моделі SVM	Тестування моделі RANDOM_FOREST	Тестування моделі NAÏVE-BAYES
True Negative (TN):	2125	2129	2129
Помилковий результат (FP)	20	16	16
Помилково негативний FN):	10	11	825
True Positive (TP):	1134	1133	319
Похібка	1,134	1,03	2,58

Список літератури

1. Donges, N., 2018. The Random Forest Algorithm. Towards Data Science.
2. Пиж О. І. Інтелектуальна система аналізу та класифікації вхідних e-mail повідомлень на основі їх вмісту: курс. магістр: 121- «Інженерія програмного забезпечення». Київ, 2022. 105 с.

МЕТОДОЛОГІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ІОТ

Вступ. Робота зосереджена на використанні методів машинного навчання (ML) та аналітики великих даних для оптимізації виробничих процесів в індустрії шпону/LVL у контексті концепції «Індустрія 4.0» [1]. Постійне збільшення обсягу доступних для аналізу даних та вдосконалення технологій Internet of Things (IoT) створюють нові можливості для підвищення ефективності виробництва.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження - виробничі процеси шпону/LVL. Предметом дослідження є методи обробки зображень та аналітики великих даних. Метою дослідження є розробка методології на основі технологій Інтернету речей (IoT) для оптимізації процесів сушіння шпону та LVL.

Основний матеріал. Традиційно в деревообробній промисловості одним із найбільш поширених способів оцінки якості деревного шпону є випадкове тестування. Воно виконується шляхом вибору випадкових оброблених листів і оцінки їх якості. Якщо якість не відповідає вимогам, то виробничу лінію зупиняють, щоб ідентифікувати проблеми в процесах лушення та сушіння, що призводить до втрат продуктивності та доходів. Через це підприємства з виробництва шпону/LVL інвестують в автоматизацію своїх процесів, створення цифрових двійників виробничої лінії та краудсорсинг для підвищення стандартів якості продукції, надійності та ефективності.

Набір даних зображень шпону (5019 зображень лушення та 3363 зображення сушіння) надано корпорацією Raute і включає два типи зображень деревного шпону у відтінках сірого. Перший набір складається із зображень мокрих лушених листів шпону, а другий — із зображень висушених листів після процесу сушіння. Зображення лушених і висушених листів шпону захоплюються та зберігаються з позначкою часу після лушення з деревини та сушіння.

Другий набір даних базується на зображеннях відбитків для кожного зображення лушеного та висушеного шпону, також наданих корпорацією Raute. Ці зображення відбитків створюються шляхом застосування детектора країв Кенні, фільтра Габола для покращення зображень та скелетизації кожного зображення. У алгоритмах 1 і 2 наведено більше деталей про детектор країв Кенні та процес створення зображень відбитків шпону. Крім того, наданий набір даних був без міток, а метою було розробити дослідницький аналіз набору даних для знаходження відповідних листів.

Спершу були захоплені зображення шпону після процесів лушення та сушіння. З кожного зображення було обчислено текстурні характеристики за допомогою GLCM у вигляді матриці $n \times m$ із 20 характеристиками, що представляють текстурні властивості, розраховані на основі сусідніх пікселів на певній відстані та для певних кутів. Методи трансформації даних були застосовані для перетворення інформації у формат, необхідний для добування даних; для цього використовувалася нормалізація даних, яка масштабує обчислені текстурні характеристики GLCM у менший діапазон $[0,1]$ шляхом застосування L2-нормалізації (квадратний корінь із суми квадратів вектора).

Після нормалізації обчислених текстурних характеристик GLCM до матриці даних $n \times m$ було застосовано зменшення розмірності за допомогою PCA (методу головних компонент) для нормалізованих текстурних характеристик зображень шпону. Виділення характеристик відіграє ключову роль у цьому дослідженні, оскільки дозволяє ідентифікувати найунікальнішу, найбільш пояснювану та обмежену групу характеристик для співставлення зображень шпону з кандидатами, які мають високу подібність. Метод косинусної подібності з порогом у 90% використовується для обчислення подібності між трансформованими значеннями зображень шпону. Результати відповідних зображень шпону оцінюються на основі знань експертів.

У обробці зображень текстурний аналіз є однією з основних характеристик у контекстно-орієнтованому пошуку зображень, аналізі областей інтересу, порівнянні чи виявленні об'єктів на зображеннях. Харалік та інші стверджують: «Текстура є однією з важливих характеристик, які використовуються для ідентифікації об'єктів або областей інтересу на зображенні, будь то фотомікрографія, аерофотографія чи супутниковий знімок». Шпон також містить текстури та малюнки волокон, які можуть бути використані для порівняння аркушів шпону для отримання відповідних кандидатів із набору зображень. Набір кандидатів після сушіння мокрих лущених аркушів шпону може бути сформований шляхом використання статистичних характеристик зображення шпону. Для виділення текстурних характеристик із кожного зображення лущеного та висушеного шпону у цьому дослідженні застосовано метод Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM). Цей метод було запропоновано для виділення характеристик на основі просторових залежностей рівня яскравості та розрахунку середнього значення й діапазону для кожного параметра (14 текстурних характеристик) з подальшим використанням цих значень у класифікації.

GLCM - це статистичний метод, який підраховує відносні частоти значень взаємозв'язку для пар пікселів $p(i,j)$ на зображенні, розділених відстанню d і кутом $\theta=0,\pi/4,\pi/2,3\pi/4$, нормалізуючи їх до ймовірностей. Ці дескриптори використовують просторові взаємозв'язки між рівнями сірого для окремих точок на зображенні, щоб описати текстуру. Такі матриці частот просторової залежності рівнів сірого ґрунтуються на кутових взаємозв'язках у вертикальному (0°), горизонтальному (90°) та діагональних (45° і 135°) напрямках і відстані між сусідніми пікселями, як показано на рисунку 1.

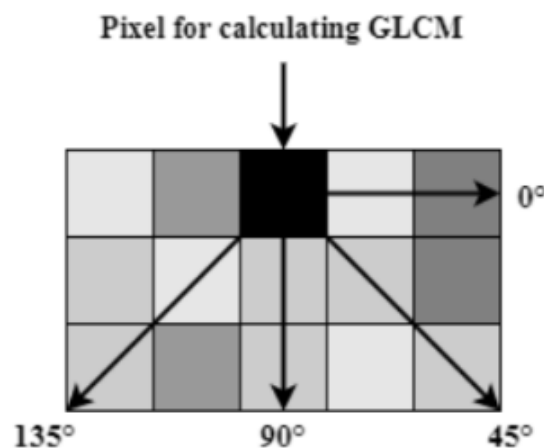


Рисунок 1 - GLCM у чотирьох напрямках виявлення країв

Математичне рівняння для матриці спільної появи розміром $G \times G$ з області зображення розміром $N \times M$, наведене у (1).

$$CM_{d,\theta}(i,j) = |\{(n,m), (n+d_y, m+d_x); I(n,m) = i, I(n+d_y, m+d_x) = j\}| \quad (1)$$

де $(n,m), (n+d_y, m+d_x) \in N \times M$ - значення пікселя в позиції (n,m) ;

j - значення пікселя в позиції $(n+d_y, m+d_x)$

G - значення мінімальної та максимальної різниці між парами пікселів на зображенні.

У цій роботі основна увага приділяється порівнянню подібностей між текстурами та візерунками волокон шпону для групування схожих кандидатів-зображень, отриманих шляхом лущення та сушіння з одного й того ж деревного колоди. Спочатку для зображень шпону обчислюються різні комбінації параметрів GLCM (14 характеристик, відстані між пікселями та кути), а потім аналізується подібність між текстурними характеристиками GLCM цих зображень.

У цьому дослідженні було застосовано п'ять характеристик GLCM, обраних на основі текстур груп країв і внутрішніх текстур. Група текстур країв генерує високі значення, коли між сусідніми пікселями відбуваються різкі зміни значень, тобто сусідні пікселі містять візуальні

краї. У той час як група внутрішніх текстур генерує високі значення, коли є кілька чітких країв, але присутні численні нерівномірні та слабкі варіації між сусідніми пікселями.

З групи текстур країв було обрано незбіг (dissimilarity) і контраст (contrast), тоді як із групи внутрішніх текстур обрано енергію (energy), кореляцію (correlation) та однорідність (homogeneity).

Контраст означає вимірювання локальних варіацій або інтенсивності пікселя-орієнтира та його сусідніх пікселів із заданим кутом і відстанню. Якщо у зображенні спостерігається значна кількість варіацій, контраст буде високим.

$$Contrast = \sum_{n=0}^{N_g-1} n^2 \left\{ \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j) \right\}. \quad (2)$$

Кореляція показує лінійний зв'язок значення рівня сірого одного пікселя відносно іншого пікселя в GLCM, вказуючи на локальну залежність рівнів сірого в текстурному зображенні. Подібні області рівнів сірого на зображенні дають вищі значення кореляції.

$$Correlation = \frac{\sum_i \sum_j (ij) p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (3)$$

Відстань між парою пікселів в області інтересу (відстань і кут) вимірюється за допомогою незбігу (dissimilarity). Вище значення вказує на більшу різницю в рівнях інтенсивності сусідніх пікселів.

$$Dissimilarity = \sum_{i,j=0}^{N_g-1} p(i, j) |i - j|. \quad (4)$$

Енергія в GLCM розраховується з другого кутового моменту (ASM), який відображає однорідність зображення, як показано у формулі (5). Енергія використовується для обчислення локальної однорідності та рівня рівномірності текстури зображення і є оберненою до ентропії. Вищий рівень однорідності текстури в зображенні дає вищі значення енергії, оскільки однорідні зображення містять небагато рівнів сірого, що призводить до невеликої кількості значень у GLCM, але до відносно високих значень пікселів. Значення енергії знаходяться в діапазоні [0,1], де 1 представляє максимальний рівень однорідності зображення.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{P(i, j)\}^2. \quad (5)$$

$$Energy = \sqrt{ASM}.$$

Однорідність (homogeneity) відображає, наскільки близьким є розподіл пікселів у GLCM. Вона обернено пропорційна контрасту; якщо на зображенні спостерігається значний контраст, то однорідність зменшується. Високий рівень однорідності у зображенні буде тоді, коли значення матриці спільної появи зосереджені вздовж діагоналі. Якщо значення однорідності більші та ближчі до 1, текстура має ідеальну повторювану структуру, а якщо значення низькі або наближаються до 0, елементи текстури мають численні варіації та не рівномірно розподілені в області текстури. Тектурні характеристики GLCM представлено в таблиці 1.

$$Homogeneity = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} \frac{p(i, j)}{1 + (i - j)^2}. \quad (6)$$

Характеристики текстури GLCM — енергія, кореляція, однорідність, контраст і незбіг — обчислюються при відстані між пікселями $d=1$ і кутах $\theta=(0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ)$.

Косинусна подібність обчислює подібність як нормалізований скалярний добуток X і Y на даних, нормалізованих за L2, як у формулі (7) [2].

$$Cosine\ similarity = S_c(A, B) := \cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{||A|| \cdot ||B||} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}. \quad (7)$$

Косинусна подібність повертає значення подібності для кожного зображення в наборі даних із запитуваним зображенням.

Таблиця 1 - Текстурні характеристики GLCM

Ознака GLCM	Формули
Сума квадратів (SS): Дисперсія	$f_4 = \sum_i \sum_j (i - \mu)^2 p(i, j)$
Середнє суми (SA)	$f_6 = \sum_{i=2}^{2N_g} i p_{x+y}(i)$
Дисперсія суми (SV)	$f_7 = \sum_{i=2}^{2N_g} p_{x+y}(i) (i - f_8)^2$
Ентропія суми (SE)	$f_8 = - \sum_{i=2}^{2N_g} p_{x+y}(i) \log\{p_{x+y}(i)\}$
Ентропія	$f_9 = - \sum_i \sum_j p(i, j) \log(p(i, j))$
Дисперсія різниці (DV)	$f_{10} = \text{variance of } p_{x-y}$
Ентропія різниці (DE)	$f^{11} = - \sum_{i=0}^{N_g-1} p_{x-y}(i, j) \log\{p_{x-y}(i)\}$
Максимальний коефіцієнт кореляції (MCC)	$f_{12} = (\text{second largest eigenvalue of } Q)^{\frac{1}{2}}$ Where: $Q(i, j) = \sum_k \frac{p(i, k)p(j, k)}{p_x(i)p_y(k)}$
Інформаційні міри кореляції (IOC)	$f^{13} = \frac{(HXY - HXY1)}{\max(HX, HY)}$ $f_{14} = (1 - \exp[-2.0(HXY2 - HXY)])^{\frac{1}{2}}$ $HXY = - \sum_i \sum_j p(i, j) \log(p(i, j))$

Щоб отримати найбільш схожих кандидатів до запитуваного зображення, обираються зображення, косинусна подібність яких дорівнює або перевищує 90%. З них вибираються три найкращі кандидати.

Висновки. Розроблена методологія оптимізації процесів виробництва на основі IoT є ефективною в умовах сучасних технологічних викликів. Вона дозволяє значно зменшити енерговитрати, скоротити час сушіння та покращити якість продукції завдяки автоматизованому моніторингу та прогнозуванню дефектів. Завдяки використанню нейронних мереж для прогнозування дефектів до завершення циклу сушіння, система здатна адаптуватися до різних умов виробництва, забезпечуючи високий рівень точності.

Список літератури

1. Lu, Y., 2017. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *J Ind Inf Integr* 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.JII.2017.04.005>
2. Lestander, T.A., Holmberg, C., Stenberg, L., Lehtonen, R., 2012. Towards multivariate statistical process control in the wood pellet industry. *Biomass and Bioenergy* 45, pp. 152–158. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2012.05.027>

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ІОТ

Вступ. В умовах розвитку «Індустрії 4.0» значну увагу приділяють інтеграції Інтернету речей (IoT) у виробничі процеси [1]. Це дозволяє вирішувати актуальні завдання автоматизації, зменшення втрат і підвищення якості продукції. Для індустрії шпону та LVL впровадження IoT-технологій сприяє покращенню контролю параметрів сушіння деревини та запобіганню дефектам. Використання хмарних сервісів і адаптивних алгоритмів управління відкриває нові можливості для підвищення ефективності виробничих процесів.

Постановка задачі. Метою роботи є розробка інтелектуальної системи моніторингу процесів сушіння шпону із застосуванням хмарних сервісів IoT для довгострокового зберігання даних і їх аналізу. Особливий акцент зроблено на побудові алгоритмів адаптивного управління, які враховують індивідуальні особливості сировини. Об'єкт дослідження є процес сушіння шпону в умовах промислового виробництва. Предмет дослідження - методи автоматизованого моніторингу та адаптивного управління параметрами сушіння шпону з використанням технологій IoT.

Основний матеріал. Розроблено інтегровану систему моніторингу, яка включає три основні модулі: модуль збору даних з використанням сенсорів IoT для вимірювання параметрів деревини, таких як вологість, температура, товщина шпону та його текстура. Дані реєструються в реальному часі та передаються на хмарний сервер; модуль аналізу відповідає за збір даних, які обробляються за допомогою алгоритмів кластеризації для виявлення аномалій та методів GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) для ідентифікації текстурних особливостей деревини [2]; модуль адаптивного управління на основі розроблених алгоритмів, які в режимі реального часу коригують параметри сушіння, враховуючи поточний стан деревини. Це дозволяє запобігти утворенню дефектів. У ході цього дослідження було виявлено, що модель GLCM працює добре для зображень із високою текстурою, але не дає задовільних результатів, якщо зображення шпону містить низьку текстуру. Для оптимізації моделі для зображень із низькою текстурою було створено відбиткові зображення шляхом застосування детектора країв Кенні, фільтра Габора для покращення зображень та скелетизації кожного зображення.

Виявлення країв за методом Кенні - це багатоступеневий алгоритм із п'яти етапів, представлених в алгоритмі 1, тоді як алгоритм 2 демонструє процес створення відбиткових зображень з використанням оригінальних зображень аркушів шпону.

Алгоритм 1. Алгоритм визначення країв Кенні (адаптовано з Wikipedia)

Початок

1. Для згладжування зображення та видалення шуму застосувати Гаусів фільтр.
2. Обчислити градієнти інтенсивності.
3. Поріг градієнтної величини.
4. Подвійний поріг для визначення потенційних країв.
5. Застосувати гістерезис для відстеження країв.

Кінець

За допомогою методу детектора країв Кенні було створено відбиткове зображення кожного аркуша шпону. Алгоритм 2 демонструє кроки для створення відбиткового зображення з оригінального зображення аркуша шпону, а рисунок 1 показує відбиткове зображення аркуша шпону.

Алгоритм 2. Створення відбиткового зображення аркуша шпону

Початок

1. Обчисліть діагональний розмір вхідного зображення, оскільки розмір зображення змінюється від лущення до сушіння, і абсолютна довжина пікселів не є застосовною.

2. Визначте краї за допомогою методу Кенні в межах заданих мінімального та максимального порогових значень, пропорційних до діагонального розміру зображення (з (1)).
3. Покращте визначені краї, застосувавши покращення на основі фільтра Габора.
4. Для видалення шуму зі зображення видаліть усі яскраві структури на зображенні, площа яких менша за порогове значення (наприклад, $0,005 \times$ діагональний розмір вхідного зображення).
5. Виконайте скелетизацію покращених країв.
6. Обчисліть побітову операцію OR між вхідним зображенням і скелетизованими покращеними краями.

Кінець

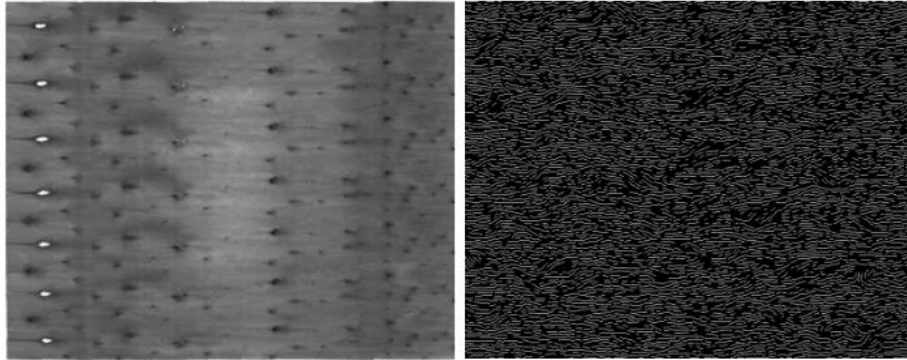


Рисунок 1 - Оригінальне зображення аркуша шпону (ліворуч) та відбиткове зображення того ж аркуша шпону (праворуч)

Замість використання оригінальних зображень аркушів шпону, для обчислення текстурних характеристик GLCM (енергії, кореляції, однорідності, контрасту та незбігу) використовуються відбиткові зображення аркушів шпону з відстанню між пікселями $d=1$ і кутами $\theta=(0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$ і $135^\circ)$.

Зображення лущених і висушених аркушів шпону захоплюються та зберігаються у порядку їх часових міток. Послідовні зображення лущення завжди формують групи для зручності, але висушені аркуші під час процесу перемішуються. Щоб впорядкувати висушені аркуші відповідно до їх подібності та згрупувати їх в один набір, щоб можна було визначити, що вони належать до однієї колоди деревини, використовується партія з п'ятдесяти послідовних зображень. Це дає змогу протестувати модель, враховуючи, що деякі зображення мають високу текстуру, а інші — низьку. Алгоритм 3 демонструє кроки для знаходження схожих зображень у групі послідовних зображень.

Алгоритм 3. Об'єднання послідовних зображень у один аркуш колоди відповідно до подібності текстури та волокон

Початок

1. Використати партію відбиткових зображень на основі часових міток.
2. Обчислити текстурні характеристики GLCM з відстанню між пікселями $d=1$ при кутах $\theta=(0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$ і $135^\circ)$.
3. Нормалізувати значення характеристик GLCM.
4. Застосувати метод головних компонент (PCA).
5. Використати трансформовані значення GLCM.
6. Вибрати перше зображення зі стека відбиткових зображень.
7. Обчислити косинусну подібність між трансформованими значеннями GLCM першого вибраного відбиткового зображення у стеці та рештою відбиткових зображень.
8. Відсортувати значення подібності за спаданням і вибрати верхні зображення з подібністю 90% або більше.
9. Зберегти вибрані послідовні кандидати зі стека та видалити відбиткові зображення з існуючого стека.
10. Повторити кроки 7, 8 і 9, доки в стеці не залишиться зображень.
11. Згрупувати збережені вибрані послідовні кандидати з кроку 9 та вивести результат послідовного стецірованого набору.

Кінець

У цій роботі були застосовані два підходи для вибору схожих кандидатів серед листів шпону. У першому підході обчислюються текстурні ознаки GLCM для оригінальних зображень листів шпону з відстанню $d = 1$ та кутами $\theta = (0^\circ, 90^\circ, 45^\circ \text{ і } 135^\circ)$. Значення текстури GLCM нормалізуються, і до нормалізованих значень текстурних ознак GLCM застосовується метод головних компонент (РСА). Метод косинусної подібності обчислює подібності між запитуваним зображенням і іншими зображеннями в наборі. Листи шпону, що мають подібність текстурних ознак GLCM на 90% або більше з запитуваним зображенням, відбираються; з цих вибраних кандидатів обираються 3 найсхожіші зображення. Рисунок 2 показує стек схожих кандидатів для запитуваного зображення (1-ше зліва).

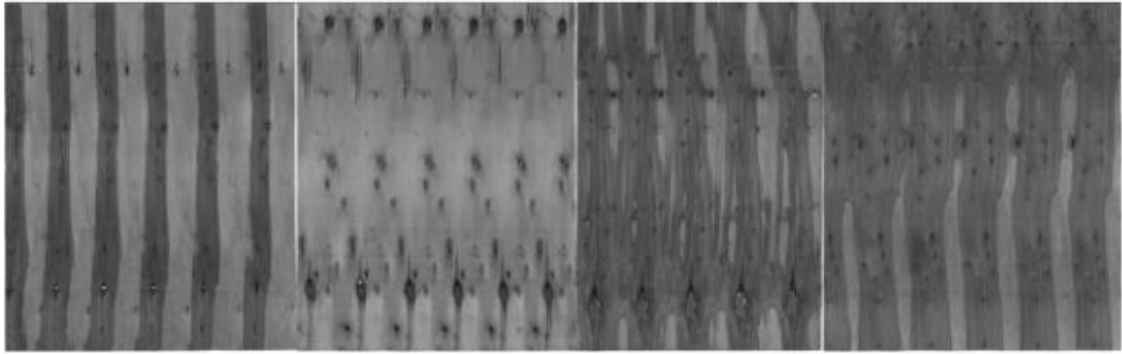


Рисунок 2 - Кандидати, отримані за допомогою текстурних ознак GLCM оригінального зображення листа шпону

Спостережено, що при використанні алгоритму 3 для листів з високою текстурою повернуті кандидати виглядають схожими, однак, ймовірно, походять від різних колод.

Слід відзначити, що для прогнозування дефектів впроваджено алгоритми на основі штучних нейронних мереж. Це дозволяє враховувати багаточинні впливи (температура, вологість, швидкість сушіння) та передбачати можливі відхилення від норм.

Практичне впровадження системи на виробничих лініях дало такі результати:

- скорочення часу сушіння на 10%, що підвищує пропускну здатність обладнання;
- зменшення енергоспоживання на 15% завдяки оптимізації температурних режимів;
- підвищення якості продукції за рахунок зниження кількості дефектів на 18%.

Окрему увагу приділено зберіганню даних у хмарі. Це дозволяє проводити довгостроковий аналіз ефективності системи, визначати тренди у виробничих процесах та вдосконалювати алгоритми.

Висновки. Запропонована система моніторингу процесу сушіння шпону на основі IoT демонструє високий потенціал для підвищення ефективності виробничих процесів. Інтеграція адаптивних алгоритмів управління забезпечує точне налаштування параметрів сушіння, що дозволяє мінімізувати втрати матеріалу та підвищити якість кінцевої продукції.

Використання хмарних сервісів створює основу для масштабування системи, її інтеграції з іншими технологіями «Індустрії 4.0» та аналізу великих даних для вдосконалення виробничих процесів.

Список літератури

1. Alcácer, V., Cruz-Machado, V., 2019. Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal* 22, 899–919. <https://doi.org/10.1016/J.JESTCH.2019.01.006>
2. Belhadi, A., Zkik, K., Cherrafi, A., Yusof, S.M., el fezazi, S., 2019. Understanding Big Data Analytics for Manufacturing Processes: Insights from Literature Review and Multiple Case Studies. *Computers and Industrial Engineering* 137. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106099>

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РАДІАЦІЇ В ОТОЧУЮЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Вступ. Одна з найбільших техногенних катастроф сучасності, коли стався викид радіації – трапилася на Чорнобильській АЕС. В умовах теперішньої війни, коли окупанти захопили Запорізьку АЕС і існує загроза радіаційного забруднення ґрунту, води, рослин та тварин, а отже може становити загрозу для здоров'я людей. Відповідно, тематика магістерської роботи щодо визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі є актуальним питанням сьогодення.

Постановка задачі. Підвищення рівня автоматизації визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі та розроблення дешевих засобів контролю радіації.

Відповідно, об'єкт дослідження – це процес розроблення математичного забезпечення системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі з використанням розроблених методів та моделей, а предметом дослідження – моделі та засоби визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі.

Основний матеріал. Розроблена схема вимірювання радіації в оточуючому середовищі зображена на рис.1. Особа, яка виконує вимірювання взаємодіє з мікроконтролером. Мікроконтролер подає керуючі сигнали на чутливий елемент та знімає покази параметрів радіації оточуючого середовища. Мікроконтролерний пристрій працює за програмою, яка записана в його пам'ять.

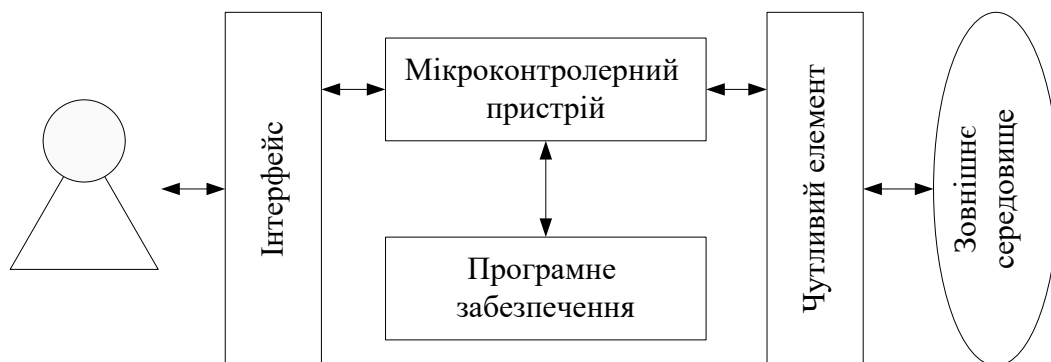


Рисунок 1. Схема вимірювання параметрів радіації в оточуючому середовищі

Зображену схему можна описати математично використовуючи теорію кортежів, а саме:

$$\text{СхемаВимірювання} = \langle O, I, MK, ПЗ, ЧЕ, С \rangle,$$

де O – особа, яка виконує операцію вимірювання радіації; I – інтерфейс між особою та мікроконтролерним пристроєм; MK – мікроконтролер; $ПЗ$ – програмне забезпечення; $ЧЕ$ – чутливий елемент; $С$ – радіаційне середовище.

На етапі розробки мікроконтролерної системи побудовано моделі на основі теорії мереж Петрі. Моделі засновані на використанні виразів:

$$N_{\text{model}} = \{P, T, F, M_0\}, \quad P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}, \quad T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\},$$

де P – набір позицій (станів системи); T – набір переходів між станами; F – набір дуг, до складу якого входять дві підмножини вхідних і вихідних дуг по відношенню до переходу; M_0 – набір початкової розмітки мережі Петрі; n – кількість позицій в мережі Петрі; m – кількість переходів в мережі Петрі.

Отримані моделі дали змогу побудувати графік досяжності станів, в яких може перебувати система, та дослідити динаміку функціонування системи, що розвивається. Зокрема, приклад

схематичного зображення моделі на основі простої мережі Петрі для процесу налаштування анодної напруги для лічильника Гейгера-Мюллера наведено на рис. 2. Графік досяжності станів наведено на рис. 3. Розроблений граф дає змогу отримати інформацію про стани, в яких може перебувати досліджувана система

$$St = \{S_0, S_1, \dots, S_l\},$$

де St – множина станів; l – кількість станів.

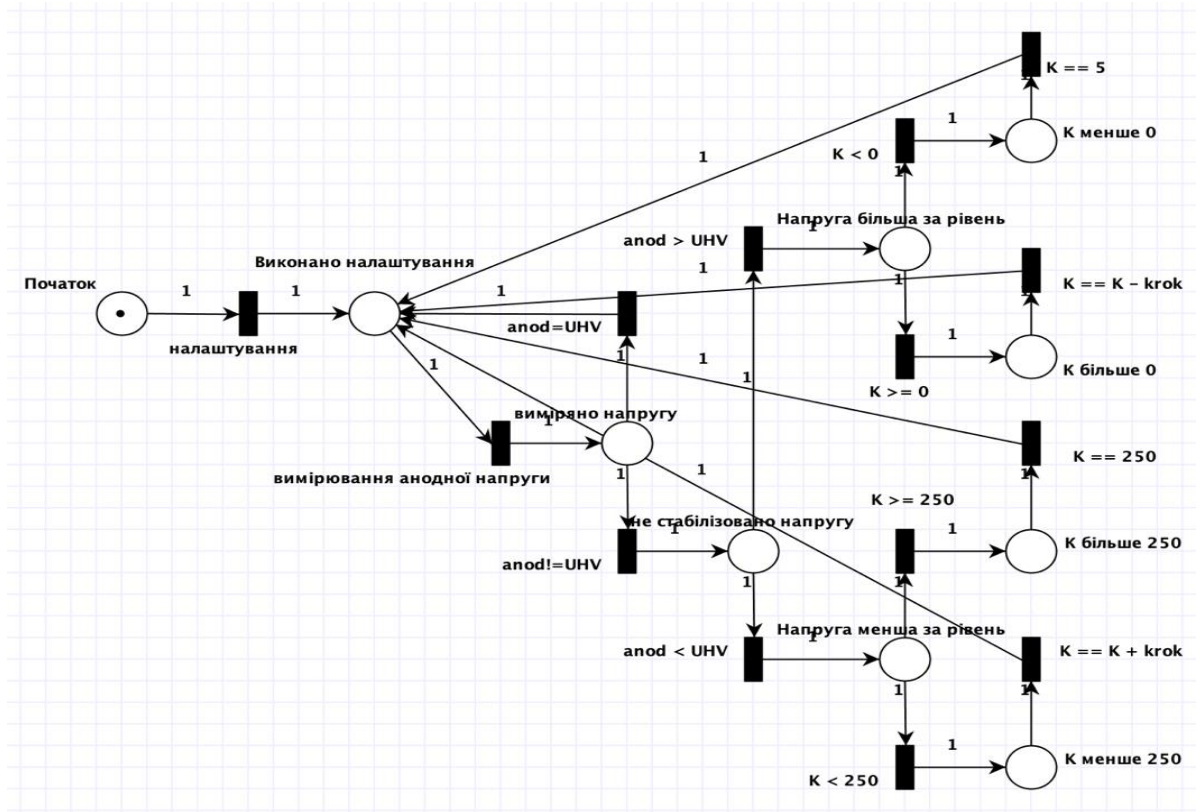


Рисунок 2. Схематичний вигляд моделі на основі мережі Петрі для дослідження динаміки процесу регулювання напруги анода для лічильника Гейгера-Мюллера (величина значення шпаруватості $k=127$, величина значення кроку шпаруватості $krok=10$, анодна напруга $UHV=400$).

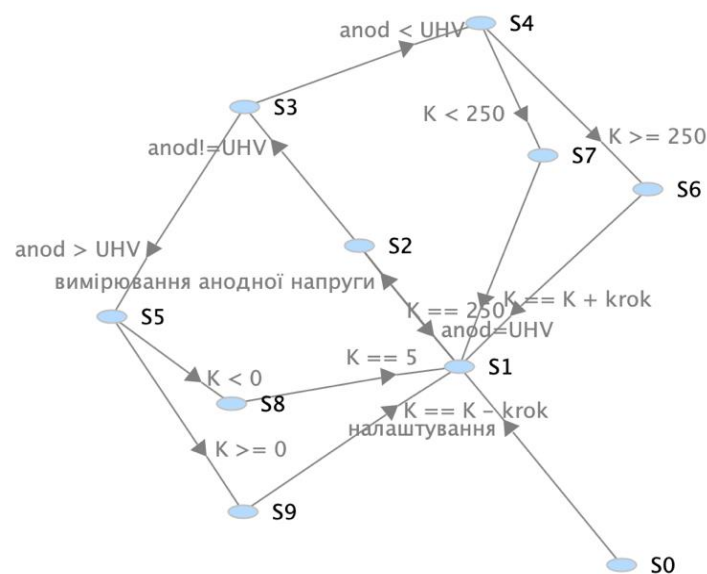


Рисунок 3. Граф досяжності станів для дослідження динаміки процесу анода регулювання напруги для лічильника Гейгера-Мюллера.

У результаті проведених досліджень з використанням розроблених моделей, заснованих на теорії мереж Петрі, можна стверджувати, що створені мережі Петрі живі, тупикові ситуації відсутні, а стани – досяжні. Відповідно, можна зробити висновок, що спроектована система на системному рівні працює коректно і всі технічні вимоги виконуються.

Висновки. 1. На основі широко поширених апаратних платформах Arduino Uno – з мікроконтролером Atmel ATmega328, розроблено структуру процесу вимірювання радіаційного фону.

2. Розроблено модель на основі теорії мереж Петрі, що дає змогу дослідити динаміку функціонування проектованої системи, дослідити процес зміни станів, наявність тупиків та її живучість. Відповідна модель використовується в процесі проектування пристрою на системному рівні.

Список літератури

1.Teslyuk V., Denysyuk P., Al Shawabkeh H. A. Y., Kernysky A. (2010). Developing the information model of the reachability graph. in Proc. of the 15-th International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, DIPED'2010, Tbilisi, Sept. 27-30, 210-214.

2.Diaz M. (2010). Petri Nets: Fundamental Models, Verification and Applications. John Wiley & Sons, 768.

Ярміл С.В.

Магістр 2-го курсу кафедри КІ ЗУНУ

Науковий керівник д.т.н., проф.Теслюк В.М., кафедри КІ ЗУНУ

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РАДІАЦІЇ В ОТОЧУЮЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Вступ. Сучасні технічні системи характеризуються підвищеною складністю, що може бути додатковим фактором, який призводить до підвищеної ймовірності виходу їх з ладу. Нештатні ситуації з такими системами можуть негативно впливати на людський організм: поширення радіації, пожежі, хімічне забруднення, тощо. Відповідно, тема магістерської роботи “Моделі та засіб системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі” – є актуальним завданням сьогодення.

Постановка задачі. Розроблення технічного забезпечення системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі, яке характеризується низькою ціною.

Відповідно, об'єкт дослідження – це процес визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі з використанням розробленого технічного та алгоритмічного забезпечень, а предметом дослідження – технічне та алгоритмічне забезпечення системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі.

Основний матеріал. Розроблена система включає розроблене апаратне та програмне забезпечення, структура апаратного забезпечення зображена на рис.1. Побудована фізична модель системи складається з модуля: опрацювання даних; компонентів збору та контролю навколишнього середовища; компонентів для відображення опрацьованих даних.

Збір даних здійснюється за допомогою радіаційного детектора – газорозрядного вимірювача Geiger-Mueller SBM-20 [3](Рис.2).

В процесі реалізації системи визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі – проведено аналіз існуючих мікроконтролерів і вибраний мікроконтролер Arduino Uno [1, 2] (Рис.3). Для відображення вихідних результатів вимірювання радіації використано графічний дисплей Arduino LCD 128*64 з підсвіткою (Рис.4).

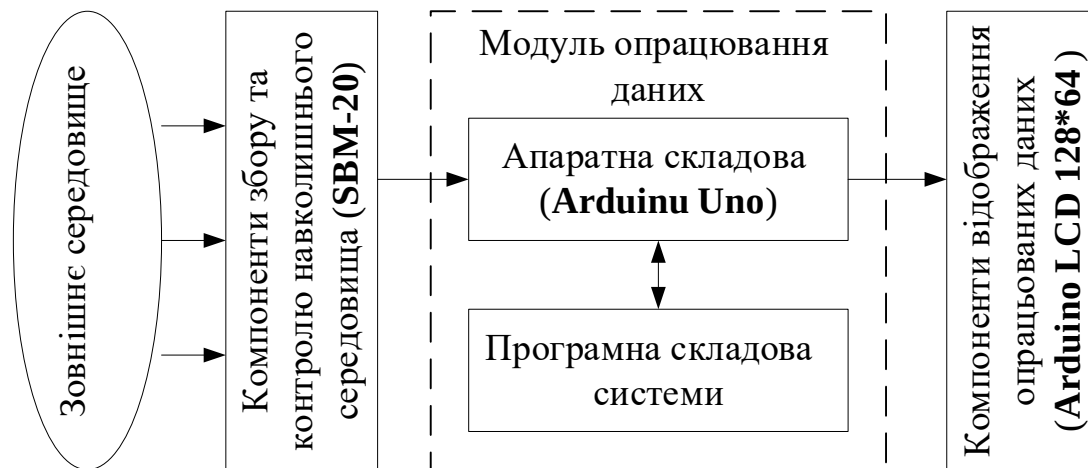


Рисунок 1. Основні компоненти технічного забезпечення системи



Рисунок 2. Газорозрядний вимірювач Geiger-Mueller SBM-20

Розроблено систему на базі мікроконтролера, яка вимірює рівень радіації, аналізує отримані дані та передає їх на персональний комп'ютер через послідовний інтерфейс. Окрім того, розроблена система визначення параметрів радіації в оточуючому середовищі на базі мікроконтролера Arduino посилає сигнал тривоги при перевищенні рівня радіації. Побудована структурна схема системи радіаційного моніторингу на основі мікроконтролера складається: детектор радіаційного випромінювання СБМ-20; одновібратор; клавіша старт/стоп. вимірювання дози; аналізатор напруги акумулятора; автономне живлення 6 В; перетворювач напруги 6 В - 12 В; живлення СБМ-20 400 В; ARDUINO UNO мікроконтролер AVR 328; символьний дисплей 16*2 HD44780 – сумісний; послідовний інтерфейс (моніторинг); звукова сигналізація; індикація (LED) імпульсів з лічильника СБМ-20.



Рисунок 3. Мікроконтролер Arduino Uno

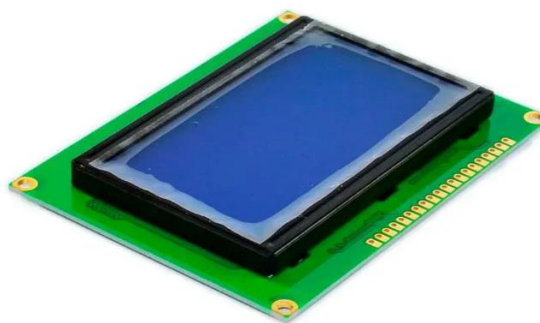


Рисунок 4. Графічний дисплей Arduino LCD 128*64 з підсвіткою

Система побудована на платі Arduino Uno на основі мікроконтролера ATmega328P. Розроблена структура включає три основні підсистеми, а саме:

- підсистему збору інформації про радіаційний фон оточуючого середовища;
- підсистема опрацювання даних;
- підсистема відображення результатів вимірювання.

Розроблена структура проекрованої системи передбачає використання модульного принципу в процесі її реалізації, що дає змогу ефективно модернізувати пристрій в майбутньому. Окрім того, використання модульного підходу дає змогу використати стандартні програмно-апаратні модулі в процесі проектування, що значно здешевлює та прискорює сам процес розроблення.

Точність вимірювання залежить від ряду налаштувань компонентів системи проектування. Зокрема, блок-схема алгоритму налаштування анодної напруги для лічильника Гейгера-Мюллера, який є одним із основних компонентів системи та включає такі основні кроки:

Крок 1. Встановлення початкових налаштувань (Анодна напруга $U_{HV}=400$ В, величина значення шпаруватості $k=127$, величина значення кроку шпаруватості $krok=10$).

Крок 2. Виміряти величину значення анодної напруги для лічильника Гейгера-Мюллера.

Крок 3. Якщо величина значення анодної напруги в межах норми (U_{HV}), то перехід на крок 7.

Крок 4. Якщо напруга на аноді більша рівна за U_{HV} , то перехід на крок 6.

Крок 5. Якщо величина значення шпаруватості k менше 250, то збільшити значення шпаруватості на величину кроку і перехід на крок 7. В іншому випадку встановити значення шпаруватості рівним 250 та перехід на крок 7.

Крок 6. Якщо значення шпаруватості k менше нуля, то $k=5$ і перехід на крок 8. В іншому випадку зменшити значення шпаруватості на величину кроку ($krok=10$).

Крок 7. Встановити значення анодної напруги U_{HV} та завершити роботу алгоритму.

Висновки. 1. Проведено аналіз існуючих мікроконтролерів для реалізації системи. На основі проведеного аналізу вибрано МК Arduino Uno, газорозрядний вимірювач SBM-20 та графічний дисплей Arduino LCD 128*64 з підсвіткою.

2. Розроблено структуру системи радіаційного контролю на основі МК Arduino Uno, яка ґрунтується на модульному принципі.

3. Розроблене алгоритмічне забезпечення системи радіаційного контролю оточуючого середовища дає змогу відлагодити процес функціонування пристрою та є основою для розроблення програмного забезпечення системи.

Список літератури

1.Parkhomenko A., Gladkova O., Sokolyanskii A., Shepelenko V., Zalubovskiy Ya. Implementation of reusable solutions for remote laboratory development. iJOE., 12 (7), 2016, 24-29.

2.Teslyuk V., Tsmots I., Kryvinska N., Teslyuk T., Opotyak Y., Seneta M., Sydorenko R. Neuro-controller implementation for the embedded control system for mini-greenhouse // PeerJ. Computer Science. – 2023. – Vol. 9.

3.Shampo M.A., Kyle R. A., Steensma D.P. Hans Geiger-German physicist and the Geiger counter. Mayo Clin Proc., 86(12), 2011, 54.

АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТИВ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ СКЕЛЕТОНІВ

Вступ. Сучасні технології розпізнавання жестів на основі скелетонів людини стають все більш популярними в різних галузях, таких як безконтактне управління пристроями, інтерактивні системи, розширена реальність, медичні застосунки та розважальна індустрія. Такі алгоритми дозволяють точно аналізувати та інтерпретувати рухи людини, зокрема жести, шляхом побудови моделі скелетону, яка відображає основні точки тіла, такі як суглоби та кінцівки.

Завдяки розпізнаванню скелетонів, системи можуть аналізувати положення тіла в реальному часі, що забезпечує високу точність і швидкість виявлення жестів, які згодом можуть бути використані для взаємодії з комп'ютерними системами.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є процес аналізу жестів людини для ідентифікації та аналізу рухів. Предметом дослідження є аналіз алгоритмів побудови та порівняння скелетонів. Метою дослідження є аналіз алгоритмів порівняння скелетонів для розпізнавання жестів людини.

Основний матеріал. Скелетоном фігури називається множина центрів всіх максимально вписаних пустих кіл в евклідовій метриці [1-3].

Узагальнений алгоритм опрацювання зображень для ідентифікації скелетонів складається з таких кроків: сегментація зображень, виділення контуру об'єкта, визначення ключових точок, побудова скелетону.

Основним моделями для побудови ключових точок є такі:

- OpenPose- модель, яка дозволяє виявляти ключові точки та з'єднувати їх у скелетон на основі глибоких згорткових нейронних мереж. Підтримує багато точок (наприклад, 18 для людини), включаючи кінцівки та основні суглоби.

- PoseNet- модель для виділення скелетонів, яка дозволяє відстежувати людську позу на мобільних пристроях.

- YOLO (You Only Look Once) + Pose Estimation, YOLO використовується для виявлення людей у відео/зображенні, а далі застосовується модель для визначення скелетонів. Це дозволяє виділяти фігуру людини в реальному часі і з низькими обчислювальними затратами.

Алгоритми порівняння скелетонів використовуються для аналізу та порівняння положень або рухів людського тіла. Вони базуються на моделюванні тіла як набору точок чи сегментів, з'єднаних у скелетон, що дозволяє ефективно аналізувати його структуру та динаміку. Основними алгоритмами для порівняння скелетонів є такі:

1. Алгоритм аналізу кутових характеристик.

Цей алгоритм базується на визначенні кутів між відрізками, що з'єднують ключові точки скелетону. У випадку складних жестів, алгоритм аналізує декілька кутів одночасно. Для підвищення точності використовуються правила для врахування симетрії між правою й лівою сторонами скелетону, якщо це необхідно.

2. Алгоритм аналізу відстаней між точками.

Цей алгоритм обчислює відстані між ключовими точками скелетону, наприклад, між кистями, плечима, або тазом. Наприклад, якщо відстань між кистями значно зменшилася, алгоритм визначає, що людина виконує жест "аплодисменти" або "обійми".

Для кожного жесту створюється набір характеристичних відстаней, які використовуються для порівняння з даними, отриманими від давачів. Відстані можуть бути як абсолютними, так і відносними, наприклад, нормалізованими до висоти людини, щоб уникнути помилок через різницю в антропометрії.

3. Алгоритм аналізу траєкторій руху.

Цей алгоритм застосовується для розпізнавання динамічних жестів. Він аналізує траєкторію, яку описує рухома точка, наприклад, кисть руки або нога. Для цього система записує послідовні положення точки й будує траєкторію. Якщо траєкторія має кругову форму, це може відповідати жесту "махання руками".

4. Алгоритм на основі нормалізації положення

Цей алгоритм працює шляхом приведення всіх координат скелетону до єдиного стандарту відносно базової точки, наприклад, таза або середини тулуба. Наприклад, якщо кисті знаходяться на однаковій висоті над плечима, алгоритм може визначити жест "руки підняті вгору". Нормалізація дозволяє виключити вплив різниці у фізичних параметрах людей, таких як зріст чи довжина кінцівок. Координати кожної точки приводяться до певного масштабу, що забезпечує універсальність алгоритму.

5. Алгоритм детектування геометричних шаблонів.

Алгоритм порівнює форму, утворену ключовими точками, з набором попередньо визначених геометричних шаблонів. Для підвищення точності можуть враховуватися додаткові параметри, наприклад, співвідношення довжин відрізків між точками або симетрія розташування кінцівок.

6. Алгоритм аналізу відносних швидкостей точок.

У динамічних жестах важливо враховувати швидкість руху окремих частин тіла. Цей алгоритм обчислює швидкості руху точок, таких як кисті або лікті, і визначає їх відносне прискорення. Наприклад, при жесті "аплодисменти" швидкість руху кистей збільшується під час зближення й зменшується після розходження.

Цей алгоритм також дозволяє виключити статичні рухи, зосереджуючись лише на динамічних змінах. Обчислені швидкості використовуються для створення профілю жесту, який порівнюється з еталонними.

7. Алгоритм комбінування просторових і часових характеристик.

Для складних жестів алгоритм аналізує одночасно просторові й часові параметри. Наприклад, для жесту "помах руки" спочатку оцінюється, чи кисть знаходиться вище плеча, а потім аналізується траєкторія руху кисті в часі.

Такі алгоритми можуть комбінуватися для досягнення більшої точності розпізнавання поз і жестів. Наприклад, використання позиційних даних для початкового визначення положення тіла може доповнюватися аналізом динаміки руху, щоб виключити двозначність у складних випадках. Крім того, поєднання декількох алгоритмів дозволяє адаптувати систему до різних умов, таких як зміни освітлення або різноманітність антропометричних характеристик користувачів.

Висновки. Алгоритми, що використовують моделі скелетонів, дозволяють точно і швидко аналізувати рухи людини, ідентифікувати жести та інтегрувати їх в інтерактивні системи. Сучасні засоби, такі як OpenPose, PoseNet та YOLO, надають можливість ефективно виявляти ключові точки тіла та будувати моделі скелетонів для подальшого розпізнавання жестів.

Список літератури

1. Березский О. Н., Березская Е. Н. Количественная оценка качества сегментации изображений на основе метрик. Управляющие системы и машины. 2015. №6. С.59-65.
2. Березький О.М., Мельник Г.М., Батько Ю.М., Піцун О.Й. Аналіз метрик знаходження відстані між областями зображень для кількісної оцінки результатів сегментації. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту» (ISDMCI'2016), м. Залізний Порт, 24–28 травня 2016 р. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2016. С. 252-253.
3. Berezsky O., Zarichnyi M., Pitsun O. Development of a metric and the methods for quantitative estimation of the segmentation of biomedical images. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. V. 6, № 4. P. 4–11.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИБОРУ АПАРАТНИХ РЕСУРСІВ СЕРВЕРІВ ДЛЯ СТРІМІНГОВИХ ПЛАТФОРМ

Вступ. Стрімінгові сервіси, такі як YouTube, Netflix, Twitch і Facebook Live, відіграють важливу роль у сучасному цифровому середовищі, забезпечуючи користувачів доступом до аудіо- та відеоконтенту в реальному часі. Їх популярність продовжує зростати завдяки інтерактивним можливостям і високій якості обслуговування. Однак зі зростанням попиту виникають нові виклики: як ефективно управляти ресурсами, адаптуватися до пікових навантажень і забезпечувати оптимальну якість обслуговування для користувачів, які бажають проводити власні стріми.

Постановка задачі. Існують різні конфігурації апаратного забезпечення для обробки та зберігання даних, що відрізняються рівнями продуктивності та вартістю. Оптимальний вибір апаратного забезпечення для систем потокового відео, який дозволить забезпечити необхідну якість обслуговування (QoE) при мінімальних витратах на мережеві та серверні ресурси, є актуальним завданням.

Хмарні рішення. Відомі системи, як Hetzner, Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS) пропонують різні конфігурації на своїх серверах для обробки та зберігання даних з різними рівнями продуктивності та відповідними цінами (Рис. 1) [1].

	VCPU	RAM	NVME SSD	TRAFFIC INCL. 1	IPv4	HOURLY 1	MONTHLY
CX22	2	4 GB	40 GB	20 TB	✓	€ 0.0071	€ 4.51 tax.
CX32	4	8 GB	80 GB	20 TB	✓	€ 0.0134	€ 8.09 tax.
CX42	8	16 GB	160 GB	20 TB	✓	€ 0.0325	€ 19.52 tax.
CX52	16	32 GB	320 GB	20 TB	✓	€ 0.0643	€ 38.56 tax.

Рисунок 1 – Цінові пропозиції та конфігурації серверів Hetzner (станом на листопад 2024)

Microsoft Azure пропонує кілька варіантів серверних конфігурацій з адаптивними планами оплати, що дозволяє користувачам вибирати ресурси залежно від потреб у пропускну здатності, обчислювальних потужностях та зберіганні даних. Ціни залежать від вибору обчислювальних ресурсів (VM, бази даних, хмарні сервіси), а також тривалості використання та масштабу обробки даних.

AWS має схожу модель пропозиції, надаючи користувачам доступ до широкого спектра серверних конфігурацій через EC2 (Elastic Compute Cloud), а також інших хмарних сервісів для зберігання даних (S3), обробки великих даних, а також аналізу і машинного навчання. Ціни в AWS залежатимуть від вибору конкретних інстанцій, таких як загального призначення або спеціалізовані інстанції для високих навантажень.

Підходи до вибору апаратних ресурсів. Для вибору відповідного сервера в системах стрімінгового відео існує кілька підходів, кожен з яких має свої переваги і використовується залежно від потреб системи та доступних ресурсів.

Прості алгоритми на основі статичної інформації є найбільш підходящими для провайдерів, які не мають змоги проводити динамічний моніторинг [2] стану мережі та серверів. Ці алгоритми працюють з фіксованими параметрами, такими як відображення контенту на певні сервери, розподіл серверів і клієнтів по мережевих вузлах або оцінка довжини мережевих шляхів. Наприклад, вибір найближчого сервера, заснований на найкоротшому мережевому шляху, часто забезпечує найкращі результати з точки зору продуктивності та мінімізації витрат.

Такий підхід є простим у реалізації і добре підходить для умов із передбачуваним навантаженням.

Для більш складних сценаріїв, де необхідно враховувати велику кількість змінних і забезпечувати високий рівень продуктивності, використовуються багатокритеріальні методи прийняття рішень (MCDA) [3]. Цей підхід дозволяє аналізувати й оцінювати доступну потужність серверів, пропускну здатність мережесх шляхів і навіть додаткові параметри, такі як енергоспоживання чи затримки. Хоча впровадження MCDA потребує інфраструктури для моніторингу ресурсів, ефективність і точність цього методу виправдовують витрати, особливо для великих мереж. Цей підхід найкраще підходить для багатоярусних мереж і складних стрімінгових платформ, де важливо забезпечити стабільність навіть при великих навантаженнях.

Альтернативою попередніх рішень є комбінований підхід до вибору серверів, який розподіляє завдання між постачальником послуг і клієнтом. У цьому випадку постачальник формує короткий список серверів на основі статичної інформації, а клієнт застосовує власний алгоритм, наприклад MCDA, для остаточного вибору. Такий підхід дозволяє досягти результатів, подібних до MCDA, але при цьому значно скоротити витрати на моніторинг.

Динамічний моніторинг. Ще один підхід базується на динамічному моніторингу стану мережі та сервера. Даний підхід запропоновано виконати на базі Ant Media Server [4]. З його допомогою можна здійснити збір точних та актуальних даних про навантаження на ресурси. Дана інформація дозволить здійснювати прогноз навантаження і дозволить оптимізувати використання апаратних засобів сервера.

Процес збору даних про використання ресурсів серверу здійснюється за допомогою утиліти sar (System Activity Report). Ця утиліта дозволяє збирати та аналізувати статистику роботи системи, включаючи використання процесора (CPU), пам'яті (RAM), диска (Disk) та мережі (Network).

```
sar -u 5 > cpu_usage.txt & sar -r 5 > memory_usage.txt & sar -d 5 > disk_usage.txt & sar -n DEV 5 > network_usage.txt &
```

Ця команда дозволяє збирати дані про використання процесора, пам'яті, диска та мережесх ресурсів кожні 5 секунд. Інформація про процесор зберігається у файл cpu_usage.txt, про пам'ять — у файл memory_usage.txt, про диск — у файл disk_usage.txt, а дані про мережесх використання — у файл network_usage.txt. Це дає можливість здійснювати моніторинг системних ресурсів у реальному часі та зберігати їх для подальшої обробки і аналізу.

У таблиці 1 представлений моніторинг мережесх активності різних інтерфейсів сервера у реальному часі. Таблиця містить дані про роботу таких інтерфейсів, як lo, eno1 і eno2, для кожного з яких зафіксовано кількість отриманих і переданих пакетів, обсяг переданих даних, а також інші показники мережесх активності. Локальний інтерфейс lo демонструє стабільну передачу невеликих обсягів даних, що характерно для внутрішньої взаємодії системи. Інтерфейс eno1 має мінімальну активність, вказуючи на обмежене використання цього каналу.

Таблиця 1 - Моніторинг мережесх активності різних інтерфейсів сервера

01:33:05 PM	IFACE	rxpck/s	txpck/s	rxkB/s	txkB/s	rxcmp/s	txcmp/s	rxmcsst/s	%ifutil
01:33:10 PM	lo	4.40	4.40	1.64	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	eno1	3.20	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00
01:33:10 PM	eno2	17.80	10.40	2.69	1.90	0.00	0.00	0.60	0.00
01:33:10 PM	IFACE	rxpck/s	txpck/s	rxkB/s	txkB/s	rxcmp/s	txcmp/s	rxmcsst/s	%ifutil
01:33:15 PM	lo	4.40	4.40	1.64	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:15 PM	eno1	2.80	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
01:33:15 PM	eno2	15.60	9.00	2.59	1.73	0.00	0.00	0.40	0.00
01:33:15 PM	IFACE	rxpck/s	txpck/s	rxkB/s	txkB/s	rxcmp/s	txcmp/s	rxmcsst/s	%ifutil
01:33:20 PM	lo	4.40	4.40	1.64	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:20 PM	eno1	2.80	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
01:33:20 PM	eno2	16.00	9.00	2.50	1.72	0.00	0.00	0.40	0.00

Водночас epo2 показує значно більший рівень активності, з помітною кількістю отриманих і переданих пакетів, а також вищими показниками обсягу переданих даних. Такий моніторинг дозволяє оцінити продуктивність мережі та визначити, який інтерфейс є найбільш завантаженим.

В таблиці 2 показано інформацію про активність різних пристроїв, включаючи логічні томи (loop0-loop7), фізичні диски (sda, sdb), оптичний привід (sr0) та віртуальний диск (dm-0). Для кожного пристрою наведені ключові показники роботи. Більшість логічних томів (loop) не мають активності в цей час, що свідчить про їхнє невикористання для зчитування чи запису даних. Фізичний диск sda демонструє помірну активність із показниками 5.60 кілобайт на секунду для читання та 14.40 кілобайт на секунду для запису. Пристрій dm-0 також має подібні показники запису, але не задіяний для читання. Інші пристрої, такі як sdb та sr0, залишаються неактивними.

Таблиця 2 - Поточне навантаження на пристрої зберігання інформації сервера

01:33:05 PM	DEV	tps	rkB/s	wkB/s	dkB/s	areq-sz	aqu-sz	await	%util
01:33:10 PM	loop0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	loop7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	sdb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	sda	5.60	0.00	14.40	0.00	2.57	0.00	0.07	0.48
01:33:10 PM	sr0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:33:10 PM	dm-0	7.00	0.00	14.40	0.00	2.06	0.00	0.00	0.48

В таблиці 3 відображені ключові метрики, що дозволяють оцінити обсяг доступної, використаної та кешованої пам'яті на різних часових інтервалах. Колонка kbmefree відображає обсяг вільної пам'яті в кілобайтах, який залишається стабільним на рівні близько 9,059,612 кілобайт протягом усього періоду спостережень. Значення в колонці kbavail показують доступну пам'ять, яка також зберігається на постійному рівні близько 10,112,000 кілобайт. У той же час колонка kbmefused демонструє використану пам'ять, яка складає приблизно 5,702,000 кілобайт, що відповідає рівню завантаження оперативної пам'яті в 35%. Крім того, значення в колонках kbbuffers і kbcached показують обсяги пам'яті, виділеної під буфери та кеш, які залишаються стабільними на рівні близько 144,560 і 1,107,476 кілобайт відповідно. Метрика kbcommit вказує на обсяг пам'яті, зарезервованої для виконання поточних завдань, яка становить близько 2,949,580 кілобайт. Додатково колонки kbactive і kbinact відображають активну та неактивну пам'ять, значення яких становлять приблизно 5,919,000 і 6,094,000 кілобайт відповідно. Значення у колонці kbdirty, яке показує обсяг «брудної» пам'яті (що очікує запису на диск), залишаються дуже низькими, коливаючись між 44 і 64 кілобайтами.

Таблиця 3 - Динаміка використання оперативної пам'яті сервера в реальному часі

01:33:05 PM	kbmemfree	kbavail	kbmemused	%memused	kbbuffers	kbcached	kbcommit	%commit	kbactive	kbinact	kbdirty
01:33:10 PM	9059864	10112388	5702744	35.00	144560	1107476	2949580	14.40	591928	6094208	64
01:33:15 PM	9059864	10112388	5702736	35.00	144568	1107476	2949580	14.40	591928	6094276	40
01:33:20 PM	9059864	10112404	5702728	35.00	144576	1107476	2949580	14.40	591944	6094280	40
01:33:25 PM	9059864	10112412	5702728	35.00	144576	1107476	2949564	14.40	591952	6094208	12
01:33:30 PM	9059864	10112420	5702712	35.00	144584	1107484	2949532	14.40	591952	6093960	44
01:33:35 PM	9059864	10112424	5702704	35.00	144592	1107484	2949516	14.40	591952	6093880	8
01:33:40 PM	9059864	10112428	5702700	35.00	144600	1107484	2941308	14.36	591952	6093752	56
01:33:45 PM	9059864	10112428	5702688	35.00	144608	1107488	2941308	14.36	591952	6093752	8
01:33:50 PM	9059864	10112468	5702680	35.00	144616	1107488	2941308	14.36	591992	6093756	44
01:33:55 PM	9059864	10112480	5702672	35.00	144624	1107488	2941308	14.36	592000	6093760	4
01:34:00 PM	9059864	10112480	5702652	35.00	144632	1107500	2941308	14.36	592000	6093760	48
01:34:05 PM	9059864	10112480	5702644	35.00	144640	1107500	2941292	14.36	592000	6093624	8

В таблиці 4 представлено інформацію про використання процесора в різних режимах, включаючи виконання користувацьких і системних процесів, а також про час простою. Значення в колонці %user показують частку завантаження, пов'язаного з виконанням користувацьких програм. Вона поступово зростає, досягаючи пікових значень близько 12.16% на одному з етапів. Колонка %system демонструє мінімальні значення, які не перевищують 2.32%, вказуючи на низьке завантаження системних процесів. Час очікування вводу-виводу (%iowait) залишається майже на нульовому рівні, що свідчить про відсутність значних затримок у роботі із зовнішніми пристроями. Колонка %idle, яка відображає відсоток простою процесора, поступово знижується зі зростанням навантаження, досягаючи мінімуму на рівні 84.42%.

Таблиця 4 - Динаміка завантаження центрального процесора сервера в реальному часі

01:33:05 PM	CPU	%user	%nice	%system	%iowait	%steal	%idle
01:42:10 PM	all	5.20	0.00	0.44	0.00	0.00	94.36
01:42:15 PM	all	6.71	0.00	0.27	0.01	0.00	93.01
01:42:20 PM	all	9.76	0.00	0.32	0.01	0.00	89.91
01:42:25 PM	all	7.51	0.00	0.22	0.01	0.00	92.26
01:42:30 PM	all	7.86	0.00	0.19	0.00	0.00	91.95
01:42:35 PM	all	10.01	0.00	0.42	0.00	0.00	89.57
01:42:40 PM	all	12.16	0.00	3.42	0.01	0.00	84.42
01:42:45 PM	all	11.30	0.00	1.64	0.01	0.00	87.05
01:42:50 PM	all	9.65	0.00	1.90	0.00	0.00	88.44
01:42:55 PM	all	10.11	0.00	1.52	0.01	0.00	88.35
01:43:00 PM	all	10.51	0.00	2.32	0.00	0.00	87.17
01:43:05 PM	all	10.03	0.00	1.52	0.00	0.00	88.45
01:43:10 PM	all	8.48	0.00	1.49	0.00	0.00	90.04
01:43:15 PM	all	10.74	0.00	1.59	0.01	0.00	87.67
01:43:20 PM	all	8.79	0.00	1.38	0.00	0.00	89.83

Висновки. Загалом вибір методу залежить від потреб системи, доступних ресурсів і вимог до продуктивності. Використання різних підходів або їх поєднання дозволяє оптимізувати роботу серверів, забезпечуючи стабільність і високу якість обслуговування користувачів. В даній роботі запропоновано порівняння різних підходів до вибору сервера та описано метод динамічного збору інформації про навантаження сервера на базі Ant Media Server. Дана інформація є основою для методу прогнозування навантаження на сервер [5], що дозволяє значно покращити продуктивність систем потокового відео та забезпечує ефективне використання ресурсів і підтримку високого рівня якості обслуговування для кінцевих користувачів.

Список літератури

1. Hetzner. "Official website of the company." [Online]. Available: <https://www.hetzner.com/>.
2. A. Gohar and S. Lee, "Multipath Dynamic Adaptive Streaming over HTTP Using Scalable Video Coding in Software Defined Networking," *Applied Sciences*, vol. 10, no. 10, p. 16, Oct. 2020. DOI: 10.3390/app10217691.
3. O. Catrina, "Multi-Criteria Server Selection for Over-the-Top Video Streaming," 2016 *International Conference on Communications (COMM)*, Bucharest, Romania, 2016, pp. 303–308. DOI: 10.1109/ICComm.2016.7528293.
4. Ant Media. "Ant Media Server Documentation." [Online]. Available: <https://antmedia.io/>.
5. R. Calheiros, E. Masoumi, R. Ranjan, and R. Buyya, "Workload Prediction Using ARIMA Model and Its Impact on Cloud Applications' QoS," *IEEE Transactions on Cloud Computing (TCC)*, vol. 3, no. 4, pp. 449–458, Oct.–Dec. 2015. DOI: 10.1109/TCC.2015.2459802.

АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ БАЗ ДАНИХ MSSQL ТА MONGODB

Вступ. У сучасних інформаційних системах продуктивність баз даних є одним із ключових чинників, що визначають ефективність роботи програмних рішень. Розвиток технологій зберігання та обробки даних призвів до появи різних підходів до архітектури баз даних, серед яких виділяються реляційні (SQL) та нереляційні (NoSQL) бази даних. Кожна з них має свої переваги та недоліки, залежно від потреб конкретного проєкту [1-2]. Дана стаття присвячена аналізу продуктивності бази даних MsSQL (реляційна) та MongoDB (нереляційна). У роботі розглядаються ключові метрики продуктивності, зокрема: час виконання запитів для оцінки швидкості виконання CRUD-операцій; пропускна здатність, яка відображає кількість запитів, що система може обробити за одиницю часу; затримка обробки запитів, яка є критично важливою для систем із високим навантаженням.

Основна частина. Для обчислення продуктивності баз даних використовуються такі ключові показники: час виконання запитів, пропускна здатність і затримка.

Час виконання запитів відображає середній час, необхідний для виконання CRUD-операцій (вставка, зчитування, оновлення, видалення), що дозволяє оцінити швидкість бази даних під час роботи з окремими запитами. У багатокористувацьких системах швидке зчитування є важливим для звітності та аналітики, тоді як швидкий запис критично необхідний для реальних додатків, таких як логування або IoT, де обробляються великі обсяги даних у режимі реального часу.

Пропускна здатність характеризує кількість запитів, які система може виконати за одиницю часу. Цей показник має велике значення для високонавантажених систем, які обслуговують велику кількість одночасних користувачів або запитів. Бази даних із високою пропускною здатністю здатні підтримувати стабільну продуктивність навіть за умови інтенсивного навантаження. Особливою перевагою NoSQL баз, таких як Cassandra або Redis, є архітектурні рішення, які дозволяють досягати високої пропускної здатності.

Затримка є ще однією важливою метрикою, яка визначає час, необхідний для обробки одного запиту, починаючи від моменту надсилання до отримання результату. Ця характеристика є критично важливою для систем, які потребують миттєвого відгуку, таких як торговельні платформи, ігри або сервіси обробки даних у реальному часі. Реляційні бази даних зазвичай мають вищу затримку через обробку складних транзакцій, тоді як нереляційні бази, наприклад DynamoDB, демонструють кращу ефективність у зниженні затримок навіть за високого навантаження.

Для проведення експериментів використовувалося обладнання з процесором AMD Ryzen 7 6850, 32 ГБ оперативної пам'яті, твердотільним диском об'ємом 1 ТБ і операційною системою Linux Ubuntu 24.04 LTS. Це забезпечило ефективне виконання тестів продуктивності SQL та NoSQL баз даних, зокрема часу виконання запитів, пропускної здатності та затримки.

Час виконання. Час відгуку системи на запит - це час, що проходить між початком запиту та отриманням відповіді. Порівнювались два типи показників: середній час відгуку для виконаної операції та деталізований аналіз.

Операція читання (SELECT) у MsSQL демонструє вищу продуктивність, випереджаючи MongoDB на 6 мс. Це може свідчити про кращу оптимізацію MsSQL для обробки операцій читання. Водночас MongoDB показує кращі результати під час виконання вставок (INSERT), перевершуючи MsSQL на 10 мс, що, ймовірно, є результатом ефективнішої архітектури документно-орієнтованих баз даних для роботи з великими обсягами даних.

Відмінності в продуктивності під час оновлення (UPDATE) між MsSQL та MongoDB є незначними, з перевагою MsSQL у 10 мс. Це вказує на відсутність суттєвих проблем у MongoDB із оновленням даних, хоча існує можливість подальшої оптимізації. Операція видалення (DELETE) у MsSQL також демонструє перевагу, перевершуючи MongoDB на 5 мс. Ця різниця може бути пов'язана з кращою оптимізацією індексів та механізмів управління даними в MsSQL.

Загалом, MsSQL демонструє кращу продуктивність під час виконання більшості операцій, тоді як MongoDB виявляється ефективнішим у виконанні вставок. Таблиця 1 подає детальне порівняння продуктивності MsSQL та MongoDB.

Таблиця 1 – Порівняння продуктивності MsSQL та MongoDB

Операція	MsSQL	MongoDB	Різниця
SELECT	2	8	MsSQL швидше на 6 мс
INSERT	2	1	MongoDB швидше на 10 мс
UPDATE	10	20	MongoDB швидше на 10 мс
DELETE	2	7	MsSQL швидше на 5 мс

Для зручності результати роботи моделі подано у вигляді діаграми на рисунку 1. Вона ілюструє рекомендації щодо вибору між SQL та NoSQL базами даних залежно від конкретних критеріїв, оцінює продуктивність баз даних за кожним показником і порівнює MsSQL та MongoDB у різних сценаріях. Такий підхід забезпечує всебічне уявлення про продуктивність баз даних та обґрунтованість їх вибору залежно від потреб конкретного проєкту.

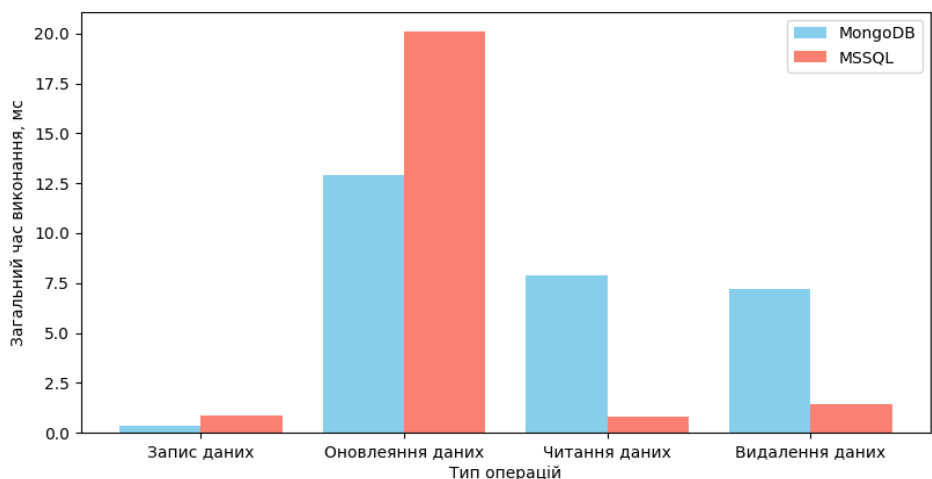


Рисунок 1 – Аналіз часу виконання операцій БД

Затримка. Затримка (latency) є ключовим показником продуктивності бази даних, що визначає час, необхідний для виконання операцій читання та запису. За результатами тестування, у MsSQL затримка під час читання становить 1 мс, а під час запису — 2 мс. У MongoDB ці показники дещо кращі: затримка під час читання складає 5 мс, а під час запису — лише 1 мс.

Менша затримка MongoDB як у читанні, так і в записі робить її більш ефективною для систем із високим навантаженням. У таких умовах швидка обробка запитів є критично важливою, оскільки навіть незначне зменшення затримки може суттєво підвищити загальну продуктивність системи та скоротити час її відповіді. Це має особливе значення для застосунків, де швидкість реакції є критичною, наприклад, у реальному часі або при роботі з великими обсягами даних.

Пропускна здатність. Пропускна здатність баз даних відображає кількість операцій або запитів, які система може обробити за одиницю часу. За результатами тестування, реляційна база даних MsSQL демонструє пропускну здатність у 15 000 транзакцій на секунду (тест HammerDB TPCC Benchmark), тоді як MongoDB досягає 12 000 запитів на секунду (тест YCSB).

MsSQL забезпечує вищу пропускну здатність завдяки оптимізації для обробки великих транзакцій, що є характерним для реляційних баз даних. Це дозволяє ефективно управляти даними з високими вимогами до їх цілісності та консистентності. У свою чергу, MongoDB має дещо меншу пропускну здатність, але її ключовою перевагою є можливість горизонтального масштабування. Завдяки додаванню нових серверів до кластеру, MongoDB може суттєво

збільшити свою пропускну здатність, що є критично важливим для реальних умов, де обсяги даних і навантаження на систему постійно зростають.

Порівняння пропускну здатності MsSQL та MongoDB здійснювалося шляхом виконання 10 000 запитів для чотирьох основних операцій: вставки, оновлення, читання та видалення. Детальні результати тестування представлені на рисунку 2.

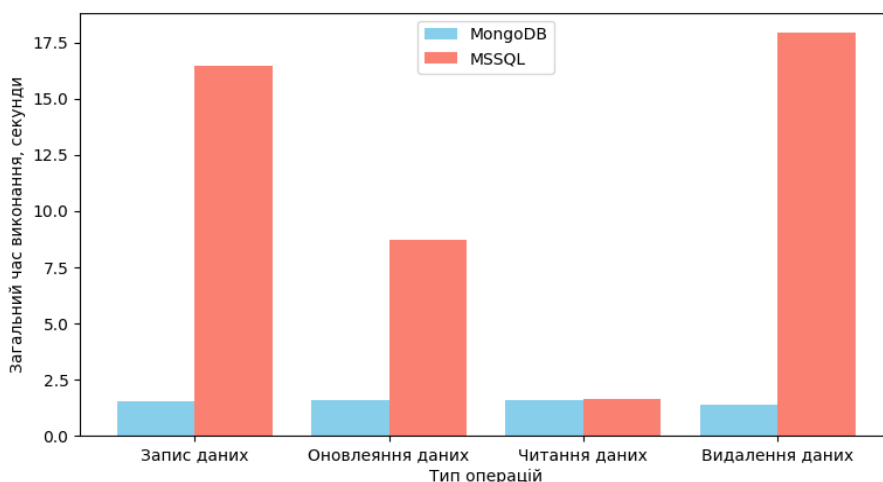


Рисунок 2 – Результати аналізу пропускну здатності MsSQL та MongoDB для основних операцій

Висновки. Результати тестування свідчать про те, що MongoDB значно перевершує MsSQL у швидкості виконання операцій вставки, оновлення та видалення даних. Наприклад, вставка даних у MongoDB тривала лише 1,5 секунди, тоді як MsSQL потребувала 16 секунд. Аналогічно, операція оновлення у MongoDB була швидшою — 1,5 секунди проти 8 секунд у MsSQL. Видалення даних виявило ще більший розрив: MongoDB виконувала цю операцію за 1,4 секунди, тоді як MsSQL витрачала на це 18 секунд. Щодо операцій читання, різниця між системами виявилася незначною: MongoDB виконувала завдання за 1,6 секунди, а MsSQL — за 1,7 секунди. Це вказує на те, що обидві бази демонструють схожу ефективність у цій категорії.

Загальний аналіз підтверджує, що MongoDB є більш ефективною для роботи з великими обсягами даних, особливо де потрібна швидка обробка запитів, наприклад, у системах реального часу або за високого навантаження. У той же час, MsSQL залишається потужним інструментом для виконання задач, що потребують стабільної продуктивності при складних транзакціях.

Порівняння SQL та NoSQL баз даних демонструє, що вибір між ними залежить від специфіки проекту. NoSQL є оптимальними для обробки великого обсягу запитів із мінімальною затримкою, тоді як SQL краще підходять для складних аналітичних запитів та задач, де потрібна транзакційна цілісність. Запропонована оцінка дає змогу вибрати базу даних, яка найкраще відповідає технічним і бізнес-вимогам, забезпечуючи стабільність і масштабованість систем навіть за умов високого навантаження.

Список літератури

1. A. Rao, D. Khankhoje, U. Namdev, C. Bhadane, and D. Dongre, "Insights into NoSQL databases using financial data: A comparative analysis," *Procedia Computer Science*, vol. 215, pp. 8–23, 2022. DOI: 10.1016/j.procs.2022.12.002.
2. W. Khan, T. Kumar, C. Zhang, K. Raj, A. M. Roy, and B. Luo, "SQL and NoSQL Database Software Architecture Performance Analysis and Assessments—A Systematic Literature Review," *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 7, no. 2, art. 97, 2023. DOI: 10.3390/bdcc7020097.
3. Т. Никітіна і О. Морозова, "Порівняльний аналіз продуктивності баз даних SQL та NoSQL," *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, вип. 1, с. 125–128, 2019. DOI: 10.26906/SUNZ.2019.1.125.

АРХІТЕКТУРА ІОТ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Вступ. У зв'язку зі значним зростанням попиту на енергію, особливо у житловому секторі, який у останні роки споживає 37,4% енергії, моніторинг навантаження побутових приладів (ALM) став важливим завданням у енергетичному секторі. Метою ALM є контроль споживання енергії різними приладами, а також надання споживачам енергії зворотного зв'язку та розуміння їхнього енергоспоживання.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є процеси моніторингу енергоспоживання у житлових приміщеннях. Предметом дослідження є методи дезагрегації енергоспоживання на основі аналізу часових рядів. Метою дослідження є розробка архітектури IoT моніторингу енергоспоживання.

Основний матеріал. Архітектура IoT виступає основою додатків IoT для забезпечення високої якості продуктів і послуг. Це також допомагає здійснювати швидкі обчислення та приймати оптимальні рішення на основі даних у реальному часі, зібраних із пристроїв IoT. Перш ніж проектувати архітектуру IoT, потрібно визначити відповідні компоненти платформи IoT. Рисунок 1 ілюструє п'ять основних кроків. Перший крок - визначити тип додатка IoT, наприклад, розумний роздрібний торговець, розумна ферма, або розумна будівля. Потім вибираються відповідні компоненти для програми IoT, включаючи датчики, протоколи зв'язку, сховище та аналітику даних. Пристрої IoT, які є другим компонентом систем IoT, включають датчики, приводи, шлюзи IoT або будь-які інші розумні пристрої. Відповідно до потреб додатків IoT протоколи зв'язку можуть бути різними.

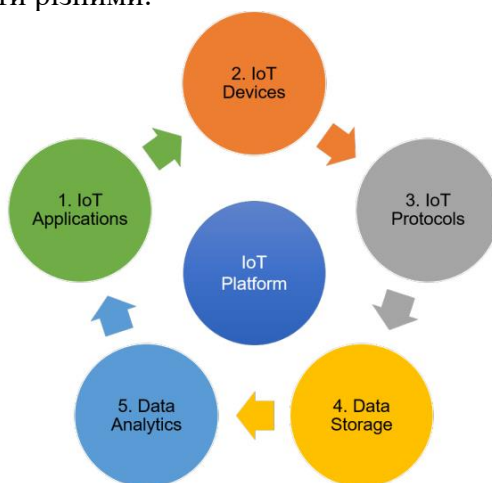


Рисунок 1 - Компоненти платформи IoT.

Насправді більшість додатків IoT зосереджуються на даних у реальному часі так що хмарні сервери часто є найкращим вибором для зберігання великих даних у режимі реального часу.

Загалом, системи IoT можуть включати різні компоненти, такі як фізичні об'єкти, датчики та виконавчі механізми, інженери та розробники програмного забезпечення, мережевий зв'язок, бізнес-рівень та прикладні рівні та інші. Тому різні програми можуть мати різні архітектури IoT. Загалом, більшість дослідників розглядають звичайну архітектуру IoT як три основні рівні, які є рівнем сприйняття, мережевим рівнем і прикладним рівнем, як показано на рисунку 2 (зліва). Рівень сприйняття відповідає за збір і перетворення даних і корисної інформації з фізичного світу в цифровий за допомогою деяких видів технологій зв'язку малого радіусу дії, таких як RFID, Bluetooth, зв'язок ближнього поля (NFC) і 6LoWPAN (Low Power Personal). Area Network). Перцептивний рівень складається з різних типів розумних пристроїв, сенсорних мереж і шлюзу доступу.

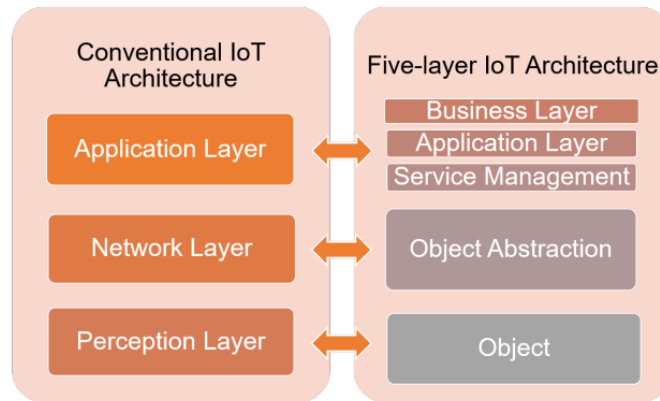


Рисунок 2 – Архітектура Інтернету речей

Відповідно до [1], мережевий рівень є основним рівнем традиційної архітектури IoT, який забезпечує безпечну передачу даних, зібраних на перцепційному рівні, до центру обробки даних у хмарі для подальшого аналізу. Він може включати різні типи технологій, такі як технологія дротового зв'язку (наприклад, послідовність перевірки кадрів (FCS), програмований логічний контролер (PLC)), глобальна мережа середньої та великої відстані (наприклад, глобальна мережа (WAN), публічна мережа). Комутована телефонна мережа (PSTN), асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL), гібридний коаксіальний кабель (HFC) і бездротовий зв'язок (наприклад, Wide Wide Area мережа (WWAN), бездротова локальна мережа (WLAN) і бездротова персональна мережа (WPAN)). Рівень додатків, який є вершиною архітектури IoT, є мостом, який з'єднує розрив між додатком IoT і користувачами. На цьому рівні користувачі можуть налаштовувати відповідно до своїх потреб. Деякі дослідники також припустили, що архітектура IoT повинна мати чотири рівні.

Четвертий рівень є рівнем підтримки (наприклад, хмарні обчислення, інтелектуальні обчислення та інші), як зазначено в [2].

У останніх дослідженнях архітектура IoT розглядається як п'ять рівнів, як показано на рисунку 2 (справа). Подібно до рівня сприйняття, рівень об'єктів складається з кількох інтелектуальних пристроїв для збору даних і передачі на наступний рівень. Абстракція об'єкта така ж, як мережевий рівень, де застосовуються різні види мережевих технологій. Потім прикладний рівень традиційної архітектури IoT ділиться на три підрівні відповідно до їх різних функцій. Перший підрівень – це управління послугами, яке відповідає за обробку даних і прийняття рішень. Виходячи з вимог клієнта, прикладний рівень пропонує користувачам високоякісні та інтелектуальні засоби. Бізнес-рівень включає бізнес-модель і збір даних із прикладного рівня.

У дослідженнях пропонується архітектура IoT, яка складається з чотирьох основних рівнів, включаючи апаратне забезпечення, шлюз, хмарний сервер і додаток. Перший рівень включає апаратну конструкцію та сенсорну систему.

Висновки. У роботі досліджено актуальну проблему моніторингу енергоспоживання побутових приладів у житлових приміщеннях із використанням сучасних технологій Інтернету речей (IoT) та методів машинного навчання. Розробка таких систем є важливим кроком на шляху до підвищення енергоефективності та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Основним результатом дослідження стало створення архітектури IoT-системи, яка дозволяє виконувати інвазивний моніторинг навантаження побутових приладів із високою точністю та швидкістю.

Список літератури

1. Milan Milenkovic. Internet of Things: Concepts and System Design. Springer, 2020. isbn: 978-3-030-41345-3. doi: 10.1007/978-3-030-41346-0. url: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41346-0>.
2. M Farooq et al. "A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT)". In: International Journal of Computer Applications 111 (Feb. 2015), pp. 1–6.

МЕТОДОЛОГІЯ ІНВАЗИВНОГО МОНІТОРИНГУ НАВАНТАЖЕННЯ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ

Вступ. Зі зростанням кількості розумних лічильників та розумних розеток, що впроваджуються у розумному середовищі, наприклад, у розумному будинку, отримання даних про споживання енергії вже не є проблемою. Енергетичні фахівці можуть легко отримувати цінні дані за допомогою цих розумних пристроїв. Однак питання покращення енергоефективної системи на основі енергетичних навантажень окремих приладів залишається складним, оскільки важко безпосередньо ідентифікувати індивідуальне споживання зі зчитувань лічильника або розетки.

У ALM існує два основних підходи для вирішення цієї проблеми: неінвазивний моніторинг навантаження (NILM) та інвазивний моніторинг навантаження (ILM). У NILM споживання енергії вимірюється за допомогою розумного лічильника. Ця точка вимірювання зручна для збору даних, але складна для розподілу навантаження між різними приладами. Таким чином, процес NILM полягає в розкладанні агрегованих даних навантаження, зібраних з розумних лічильників, на споживання енергії окремими приладами. Цей процес також називається розкладанням енергоспоживання. У літературі проблему розкладання енергії зазвичай вирішують за допомогою передових варіантів прихованої марковської моделі (HMM) та глибокого навчання.

Постановка задачі. Об'єктом дослідження є процеси моніторингу навантаження побутових приладів. Предметом дослідження є метод інтегрування моделі CNN та SVM, а також переналаштування класифікаційних шарів у CNN, використовуючи важливість ознак, отриманих із SVM. Метою дослідження є розробка методології інвазивного моніторингу навантаження побутових приладів.

Основний матеріал. Формулювання задачі моніторингу електроенергії

Часові послідовності розбиваються на набір коротких сегментів сигналів. Кожен сегмент x є одновимірним часовим рядом, що містить T вибірок, де T - це частота вибірки (наприклад, $T=5$ у проведених експериментах); $x=x(t)_{(t=0) \wedge (T-1)}$. Надійна модель повинна бути здатною класифікувати послідовність протягом короткого інтервалу часу T . Модель навчається прогнозувати мітку $y^{\wedge}$ на основі вхідної часової послідовності $x(0), x(1), \dots, x(T-1)$. Деталі запропонованого методу описані в наступних розділах.

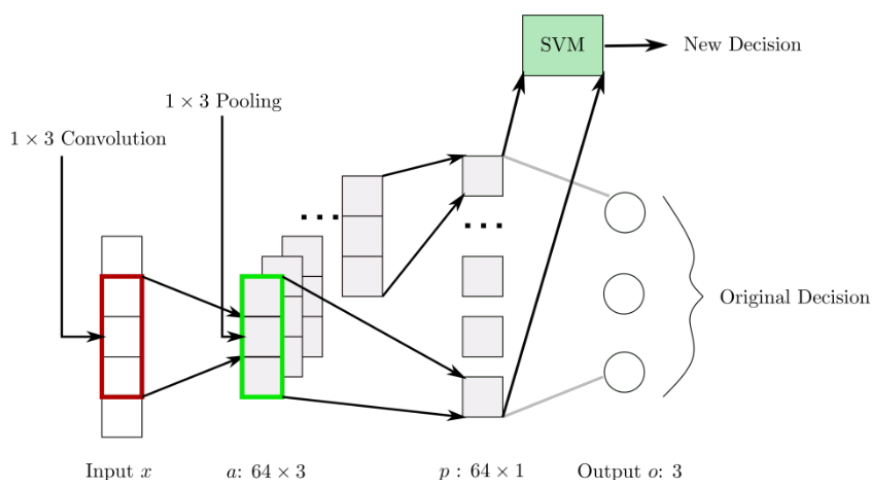


Рисунок 1 - Ілюстрація архітектури CNN-SVM

CNN використовує 64 згорткові фільтри розміром 1×3 для витягнення ознак, представлених як карти ознак a . Операція максимального об'єднання (max-pooling)

застосовується до a для обчислення виходу об'єднання p . Вихід об'єднання передається у повнозв'язний шар для класифікації трьох типів приладів (Macbook Air, холодильник і пральна машина). Після навчання CNN її повнозв'язний шар відкидається. Кінцева карта ознак pp передається класифікатору SVM для прийняття нових рішень.

SVM створює оптимальну гіперплощину, яка ефективно розділяє екземпляри двох класів. Ідеальна гіперплощина розташована на значній відстані від будь-якої точки даних. Відстань від гіперплощини до найближчих точок визначає межу класифікатора. Спочатку SVM було запропоновано для вирішення задачі бінарної класифікації. Згодом її було розширено для задач багатокласової класифікації.

Бінарна класифікація із Soft Margin SVM

Для заданого вхідного значення x , вихід класифікатора SVM формулюється наступним чином:

$$f(x) = \text{sign}(x^T w + b), \quad (1)$$

де b — це зміщення, а w — нормальний вектор гіперплощини.

Припустимо, що маємо навчальну вибірку з N зразків, $S = \{(x_i, y_i) \mid (x_i, y_i) \in R_m \times R, i=1, 2, \dots, N\}$, де $y_i = \{-1, 1\}$.

SVM знаходить оптимальну гіперплощину, розв'язуючи таку задачу:

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^N \epsilon_i, \quad (2)$$

$$\text{subject to } \begin{cases} y_i(x_i^T w + b) \geq 1 - \epsilon_i \\ \epsilon_i \geq 0, i = 1, \dots, N \end{cases}, \quad (3)$$

де змінна послаблення ϵ_i визначає ступінь, до якого i -та точка даних може порушувати обмеження на межу. Іншими словами, невелика частина даних може знаходитися всередині межі; таким чином, викиди не мають значного впливу на рішення моделі.

Підхід багатокласового SVM розбиває багатокласову задачу на кілька підзадач і об'єднує їх рішення. Існує два основних підходи для розширення бінарного SVM на багатокласову задачу: "один-проти-одного" [1] та "один-проти-всіх" [2].

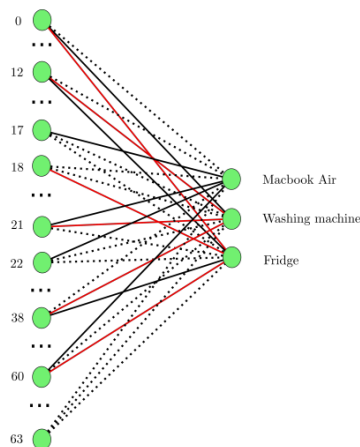


Рисунок 2 – Ініціалізація ваг повнозв'язного шару (FC) на основі важливості ознак, визначеної SVM.

Метод "один-проти-одного" будує $k(k-1)/2$ SVM, де кожна модель розділяє екземпляри будь-якої пари класів. Метод "один-проти-всіх" створює k бінарних SVM, де k — загальна кількість класів. m -й SVM відповідає за відокремлення прикладів класу m від інших класів.

У запропонованому методі використовується ця стратегія для розв'язання багатокласової задачі за допомогою SVM. Червоні, чорні та пунктирні лінії представляють ваги зі значеннями один, мінус один та нуль відповідно.

Мережева архітектура CNN прямого поширення складається з двох основних компонентів: автоматичного екстрактора ознак та навчаного класифікатора. Екстрактор ознак включає шари карт ознак, які витягують ознаки шляхом чергування двох операцій: згорткового фільтрування та субдискретизації (максимального об'єднання, max-pooling). Архітектура CNN ілюструється на рисунку 1.

Згортковий шар містить кілька фільтрів, також названих детекторами ознак; кожен фільтр витягує один тип часових патернів (наприклад, висхідний тренд, низхідний тренд, боковий тренд або циклічний патерн). Переміщується M фільтрів w_m із розміром вікна k по вхідних сигналах, щоб отримати карту ознак згортки: $w_m = (w_t)_{t=0}^{k-1}$. У наших експериментах використовуються 64 фільтри розміром 3: $M=64$, $k=3$. Вихідна карта ознак а згорткового шару описується наступним чином:

$$a(m, i) = f(\sum_{j=0}^{k-1} w_m(j) * x(i + j) + b_m), \quad (4)$$

де b_m - це параметр зміщення;

$a \in R^{M \times (T-k)}$;

f - функція випрямленої лінійної одиниці (ReLU).

Карта ознак a передається в шар максимального об'єднання (max-pooling), який діє як шар субдискретизації. Max-pooling вибирає найбільш активний сигнал у кожному локальному регіоні. Вихід об'єднання $p^{(m)}$ для m -ї карти ознак отримується шляхом вибору максимальних значень у вхідних даних у вікні розміру r :

$$p(m, i) = \max\{a(m, i + j) \forall j \in [0, r]\}, \quad (5)$$

де $p \in R^{M \times (T-k-r+1)}$.

В роботі використовується $r=3$, що дає $T-k-r+1=1$. Таким чином, p є одновимірним вектором ознак розміром $M=64$. З часової послідовності розміром $T=5$ шар екстракції ознак витягує вектор p із 64 ознаками, які відповідають 64 типам часових патернів.

Останній повнозв'язний (FC) шар виконує роль класифікатора для отримання остаточних прогнозів. Припустимо, що ваги FC-шару — це $W_o \in R^{M \times l}$, де l — загальна кількість класів. У нашій задачі $l=3$, оскільки отримується 3 типи приладів. Остаточні прогнози $\hat{y}$ формулюються наступним чином:

$$\hat{y} = \text{Softmax}(W_o^T * p). \quad (6)$$

Функція Softmax застосовується для нормалізації вихідних оцінок, що дозволяє отримати розподіл ймовірностей для l класів.

Висновки. У роботі досліджено актуальну проблему моніторингу енергоспоживання побутових приладів у житлових приміщеннях з використанням технологій Інтернету речей (IoT) та методів машинного навчання. Основні результати:

1. Розроблено методологію інвазивного моніторингу навантаження побутових приладів.
2. Запропоновано інтеграцію моделі CNN та SVM для підвищення точності класифікації енергоспоживання окремих приладів.

Результати роботи сприяють підвищенню енергоефективності та раціональному використанню енергоресурсів, що є важливим завданням у контексті розвитку розумних будинків та енергозберігаючих технологій.

Список літератури

1. Stefan Knerr, Léon Personnaz, and Gérard Dreyfus. "Single-layer learning revisited: a stepwise procedure for building and training a neural network". In: Neurocomputing. Springer, 1990, pp. 41–50.
2. Léon Bottou et al. "Comparison of classifier methods: a case study in handwritten digit recognition". In: International Conference on Pattern Recognition. 1994, pp. 77–82.

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ YOLO8 ТА YOLO11 В ЗАДАЧАХ ВИЯВЛЕННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Вступ. Сучасні технології обробки зображень відкривають нові можливості для розвитку інтелектуальних транспортних систем. Алгоритм "You Only Look Once" (YOLO) зарекомендував себе як один із найефективніших інструментів для реального часу розпізнавання об'єктів, завдяки швидкості та високій точності. YOLO став важливим елементом для вирішення таких завдань, як виявлення транспортних засобів, розпізнавання дорожніх знаків і забезпечення безпеки пішоходів. У даній статті представлено огляд використання алгоритмів YOLO8 та YOLO11 у задачах виявлення та класифікації транспортних засобів на зображеннях [1]. Проведено порівняльний аналіз роботи обох алгоритмів, включаючи їх швидкість обробки, точність детекції та здатність до розпізнавання об'єктів різних класів.

Постановка задачі. У сучасних інтелектуальних транспортних системах, автономних автомобілях та системах відеоспостереження важливим є пошук оптимального балансу між швидкістю обробки даних і точністю виявлення об'єктів. Для цього актуально досліджувати та порівнювати можливості різних алгоритмів комп'ютерного зору, таких як YOLO8 та YOLO11, для розпізнавання транспортних засобів.

Метою даного дослідження є порівняння роботи алгоритмів YOLO8 та YOLO11 у задачах виявлення та класифікації транспортних засобів на основі їхньої швидкості, точності та здатності розпізнавати різні класи об'єктів. Зокрема, увагу зосереджено на таких аспектах: порівнянні точності виявлення легкових та вантажних автомобілів, оцінці продуктивності алгоритмів у реальному часі, аналізі переваг і недоліків.

Основний матеріал. Розпізнавання транспортних засобів є ключовим компонентом сучасних інтелектуальних систем керування дорожнім рухом, автономних автомобілів і розумного відеоспостереження. У цьому контексті алгоритми YOLO8 та YOLO11 пропонують два різні підходи до вирішення цих задач, кожен із яких має свої переваги й обмеження.

YOLO8 демонструє високу продуктивність завдяки швидкому часу обробки зображень. Його архітектура оптимізована для задач, які потребують роботи в реальному часі, таких як моніторинг дорожньої ситуації або автономне керування транспортом. Його головною перевагою є здатність швидко ідентифікувати більшість об'єктів на зображенні, зокрема легкові та вантажні автомобілі. Завдяки цьому YOLO8 є ефективним вибором для сценаріїв, де час реакції є критичним, наприклад, у системах активної безпеки.

YOLO11, у свою чергу, орієнтований на підвищену деталізацію та точність розпізнавання. Він вдосконалює архітектуру попередніх версій YOLO, забезпечуючи вищий рівень деталізації при класифікації транспортних засобів і визначенні їхніх координат. Це робить його особливо корисним у складних умовах, таких як низьке освітлення, висока щільність трафіку або наявність дрібних об'єктів на зображенні. YOLO11 демонструє більшу стійкість до таких викликів, що робить його придатним для завдань, де пріоритетом є точність.

Однією з ключових особливостей обох алгоритмів є їхня здатність класифікувати транспортні засоби за типами, зокрема виділяти легкові автомобілі, вантажівки, автобуси, мотоцикли тощо. Ця властивість полегшує аналіз дорожнього руху, оцінку його щільності та адаптацію роботи інтелектуальних світлофорів. Однак YOLO11 демонструє вищу, що свідчить про його адаптованість до розпізнавання специфічних типів транспортних засобів.

Ще однією перевагою YOLO11 є його універсальність у застосуванні на різних платформах. Завдяки оптимізації для високопродуктивних графічних процесорів (GPU) та edge-пристроїв, таких як NVIDIA Jetson, він може бути використаний у різних сценаріях — від великих міських транспортних систем до аналізу дорожньої ситуації у віддалених місцевостях за допомогою дронів.

YOLO8, хоча й поступається деталізацією YOLO11, є значно швидшим і легшим у використанні. Це робить його ідеальним для систем із обмеженими обчислювальними ресурсами або для завдань, де потрібна максимальна швидкість обробки. Обидва алгоритми підтримують можливість налаштування через відкритий код, що дозволяє адаптувати їх до специфічних потреб, таких як виявлення певних типів транспортних засобів або дорожньої інфраструктури.

Незважаючи на всі переваги, обидва алгоритми мають свої обмеження. YOLO8, хоча і швидкий, може мати меншу точність у розпізнаванні дрібних об'єктів, а YOLO11 вимагає більш потужних апаратних ресурсів для досягнення максимальних результатів. У будь-якому випадку, обидва алгоритми є потужними інструментами, які відповідають сучасним вимогам до розпізнавання транспортних засобів і забезпечують високу ефективність у своїх відповідних сферах застосування.

Практична реалізація. Для аналізу було використано зображення, отримане із відеоматеріалу, взятого з YouTube [2], що демонструє об'їзну дорогу м. Тернопіль (Рисунок 1). Зображення є статичним кадром, що було вибрано для забезпечення репрезентативності реальних дорожніх умов. Цей кадр зосереджує увагу на типовій ситуації руху транспорту, яка включає: різні типи транспортних засобів: легкові автомобілі, вантажівки, що створює умови для перевірки класифікаційних можливостей алгоритмів; щільність дорожнього руху: транспортні засоби можуть частково перекривати один одного, що є типовою проблемою для задач детекції; реальні умови освітлення та навколишнього середовища, характерні для місця зйомки, що додає складності алгоритмам розпізнавання.



Рисунок 1 - Відеокادر з огляду об'їзної дороги, м.Тернопіль

Виконання виявлення і розпізнавання здійснювалось на комп'ютері з процесором AMD Ryzen 7 6850, 32 ГБ оперативної пам'яті, твердотільним диском об'ємом 1 ТБ і операційною системою Linux Ubuntu 24.04 LTS. На рисунку 2 зображено

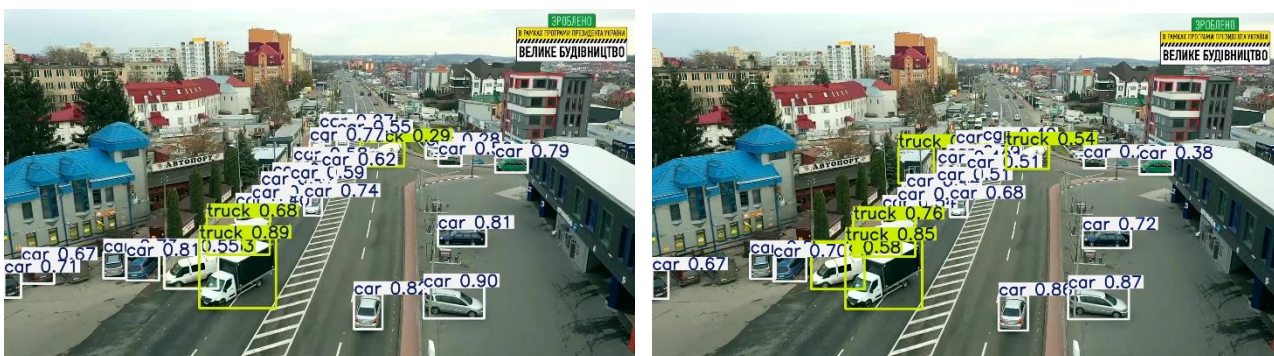


Рисунок 2 – Виявлення і класифікація об'єктів за допомогою за допомогою алгоритму YOLO8 (зліва) та YOLO11 (справа)

Для навчання та оцінки продуктивності моделей YOLO8 та YOLO11 використовувався датасет "Vehicle Detection: 8 Classes", доступний на платформі Kaggle. Датасет містить анотовані зображення транспортних засобів, розділені на 8 класів, що дозволяє ефективно тренувати й тестувати моделі для задач виявлення та класифікації об'єктів на зображеннях.

Інформація про виділені об'єкти зберігається у файли з наступною табличною структурою:

```
Index, Class, Probability, Xmin, Ymin, Xmax, Ymax
1, 2, 0.90, 1276.91, 850.37, 1461.93, 946.91
2, 7, 0.89, 594.20, 702.81, 827.79, 915.28
3, 2, 0.82, 1064.12, 873.93, 1151.35, 979.51
4, 2, 0.81, 372.97, 755.45, 472.04, 830.66
      * * *
24, 7, 0.29, 1084.07, 406.83, 1217.56, 481.14
25, 2, 0.28, 1283.68, 418.28, 1346.29, 457.18
26, 2, 0.27, 960.85, 361.08, 992.95, 412.60
```

Кожен такий файл починається з заголовка, де описані ключові параметри для кожного виявленого об'єкта. У заголовку визначено шість колонок: Index — номер виділеного об'єкта, який починається з 1 і зростає для кожного нового запису. Class — ідентифікатор класу об'єкта. Клас 2 відповідає легковому автомобілю (car), а клас 7 — вантажному автомобілю (truck). Probability — це ймовірність, з якою алгоритм ідентифікував об'єкт, представлена у вигляді числа від 0 до 1, де 1 означає максимальну впевненість. Xmin та Ymin — координати верхнього лівого кута прямокутника, що окреслює об'єкт. Xmax та Ymax — координати нижнього правого кута цього прямокутника.

Аналіз результатів. Для аналізу результатів порівнюються файли що містять результати виявлення та класифікації кожного з алгоритмів. Результати роботи алгоритмів YOLO8 і YOLO11 показали певні відмінності у кількості виявлених об'єктів, класифікації, ймовірностях та координатах рамок. YOLO8 виявив 26 об'єктів, що на два більше, ніж YOLO11, який знайшов 24 об'єкти. Ця різниця свідчить про вищу чутливість YOLO8 до деталей на зображенні. Проте можливість хибних спрацьовувань для цих додаткових об'єктів потребує подальшого аналізу.

З точки зору класифікації, в обох алгоритмах переважна більшість об'єктів належить до класу 2 (легкові автомобілі). Однак YOLO8 визначив чотири об'єкти класу 7 (вантажні автомобілі), тоді як YOLO11 ідентифікував п'ять таких об'єктів. Це може свідчити про те, що YOLO11 краще справляється з розпізнаванням вантажних автомобілів.

Щодо ймовірностей, найвища впевненість у YOLO8 становила 0.90 для об'єкта класу 2, тоді як YOLO11 досяг максимального значення ймовірності 0.87. У цілому, YOLO8 продемонстрував дещо вищі ймовірності для деяких виявлень, що свідчить про його більшу впевненість. Проте необхідно перевірити, чи ці об'єкти є правильними.

Координати рамок в обох алгоритмах у більшості випадків збігаються. Проте для деяких об'єктів є відмінності, які можуть бути наслідком різних підходів до визначення меж об'єктів.

Час виконання також відрізняється: YOLO8 обробив зображення за 0.81 секунди, тоді як YOLO11 витратив 0.91 секунди. Це робить YOLO8 швидшим, що може бути перевагою в умовах реального часу.

Висновки. Результати роботи алгоритмів YOLO8 і YOLO11 показали певні відмінності у кількості виявлених об'єктів, класифікації, ймовірностях та координатах рамок. Різниця у кількості свідчить про вищу чутливість YOLO8 до деталей на зображенні, проте можливість хибних спрацьовувань для цих додаткових об'єктів потребує подальшого аналізу. У цілому, YOLO8 є швидшим, але менш точним у деталізації, тоді як YOLO11 працює трохи повільніше, але забезпечує вищу деталізацію та точність виявлення для певних класів об'єктів.

Список літератури

1. Ultralytics. Benchmark Mode — Ultralytics Documentation [Електронний ресурс]. – URL: <https://docs.ultralytics.com/modes/benchmark/>
2. Об'їзна дорога м. Тернопіль. Україна. Велике будівництво [Електронний ресурс] // YouTube. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=OkFRvRb0ZnK>

МЕТОДИ ПРИСКОРЕНОГО РЕНДЕРИНГУ ВИСОКОПОЛІГОНАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У CAD-СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІБРИДНИХ ПІДХОДІВ.

Вступ. Рендеринг високополігональних об'єктів у системах автоматизованого проектування (CAD) є однією з найскладніших задач, оскільки він потребує значних обчислювальних ресурсів для досягнення якості й швидкості обробки. У традиційних підходах, таких як растровий рендеринг чи трасування променів, баланс між продуктивністю та реалістичністю є обмеженим. Однак поява гібридних методів рендерингу дозволяє об'єднувати переваги різних алгоритмів, таких як GPU-обчислення, спрощене трасування променів та адаптивний рівень деталізації (LOD). Ці методи забезпечують ефективну обробку складних тривимірних моделей, зменшують час рендерингу та підвищують якість кінцевого зображення.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – методи гібридного рендерингу в CAD-системах. Предмет дослідження – інноваційні технології, що поєднують GPU-прискорення, адаптивні алгоритми деталізації та оптимізоване трасування променів для рендерингу високополігональних моделей. Головна мета дослідження – розробка підходів до прискорення рендерингу в CAD-середовищі без втрати точності геометричних і світлових характеристик об'єкта.

Основний матеріал. Методи прискореного рендерингу високополігональних об'єктів у CAD-системах із застосуванням гібридних підходів спрямовані на поєднання різних алгоритмів для досягнення балансу між швидкістю обробки та якістю візуалізації. Ефективність таких методів забезпечується шляхом комбінування растрового рендерингу для базової обробки сцени та трасування променів чи Path Tracing для деталізації світла, тіней і відблисків.

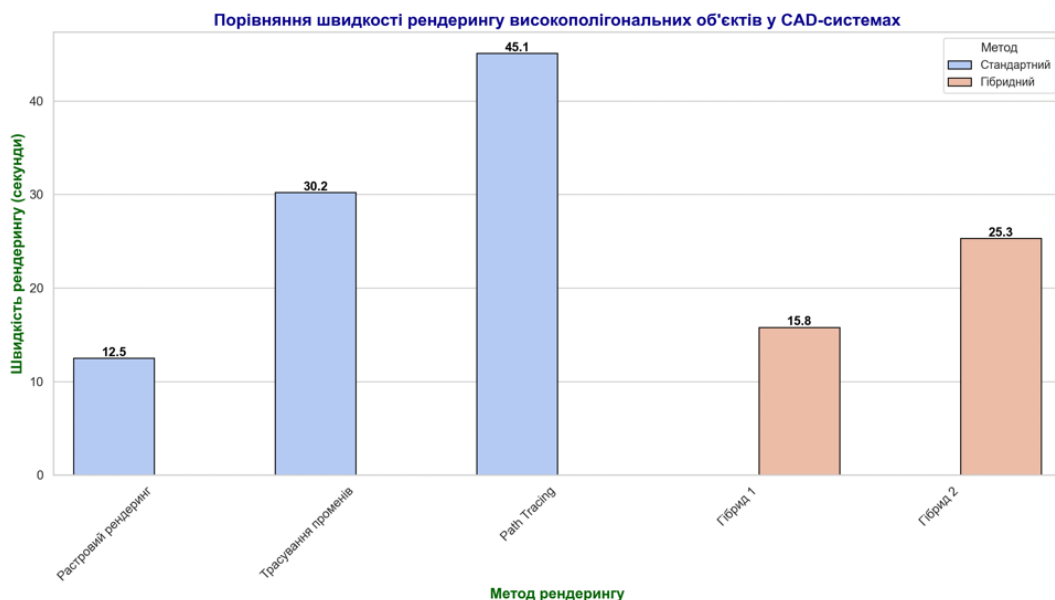


Рисунок 1 – Порівняння швидкості рендерингу гібридних методів

Методи прискореного рендерингу високополігональних об'єктів у CAD-системах базуються на гібридних підходах, які комбінують різні техніки для досягнення балансу між швидкістю обробки та якістю візуалізації. Обробка складних 3D-моделей із великою кількістю полігонів є викликом, оскільки вимагає значних ресурсів. Гібридні методи спрямовані на оптимізацію процесу рендерингу шляхом об'єднання растрових алгоритмів, трасування променів і сучасних технік глобального освітлення.

Один із ключових підходів передбачає поєднання растрового рендерингу для базової побудови зображення з трасуванням променів для обробки окремих ефектів, таких як тіні, відбиття та заломлення світла. Така комбінація дозволяє досягти високої продуктивності на етапі попереднього рендерингу, зберігаючи детальність у критично важливих зонах сцени. Сучасні алгоритми, як-от Adaptive Sampling, дозволяють фокусувати ресурси лише на ділянках, де потрібна додаткова точність, зменшуючи загальні витрати обчислень. Іншим популярним методом є застосування попередньо обчисленого освітлення разом із глобальним освітленням на основі фотонів. Photon Mapping у поєднанні зі спрощеним растровим рендерингом забезпечує швидке відображення основної геометрії та текстур, тоді як фотони використовуються для створення реалістичного розподілу світла й тіней. Це особливо корисно для статичних сцен, де освітлення не змінюється під час рендерингу. Важливим інструментом у гібридних підходах є техніки Level of Detail (LOD). Вони дозволяють адаптивно змінювати деталізацію об'єктів залежно від їхньої віддаленості від камери. Об'єкти, що знаходяться ближче до спостерігача, рендеряться з високою деталізацією, тоді як для віддалених об'єктів застосовуються спрощені геометричні моделі. Це значно скорочує кількість обчислень і підвищує продуктивність. Гібридні методи також включають застосування кешування тіней і освітлення. Використання Shadow Mapping або Screen Space Reflections у поєднанні з трасуванням променів дозволяє швидко генерувати тіні та відблиски без необхідності обробляти всі промені сцени. Попередньо обчислені дані кешуються та повторно використовуються, що знижує навантаження на процесор і GPU під час рендерингу. Застосування апаратного прискорення є ще одним важливим аспектом гібридних підходів. Використання сучасних графічних API, таких як Vulkan або DirectX 12, дозволяє максимально ефективно розподіляти обчислювальні завдання між CPU і GPU. Це особливо корисно для високополігональних моделей, де рендеринг можна паралелізувати, використовуючи всі доступні ресурси апаратного забезпечення. Таким чином, гібридні підходи до прискореного рендерингу комбінують переваги різних технік, фокусуючись на ефективному розподілі обчислень, оптимізації освітлення та використанні апаратного прискорення. Це дозволяє досягти високої продуктивності при збереженні реалістичної якості зображень у CAD-системах, що працюють із високополігональними об'єктами.

Таблиця 1- Порівняння методів

Параметр	Растровий рендеринг	Трасування променів	Path Tracing	Гібрид 1 (растровий + трасування)	Гібрид 2 (Path Tracing + Photon Mapping)
Якість зображення	Середня якість, без глибоких тіней	Висока якість, реалістичне освітлення	Фотореалістичне освітлення і тіні	Висока якість з помірними втратами ресурсів	Висока якість з оптимізацією для швидкості
Швидкість	10-15	40-50	60-120	20-30	50-70
Обчислювальні ресурси	Середня	Висока	Дуже висока	Залежить від налаштувань	Низька
Підходить для складних моделей	Підходить для простих моделей	Підходить для моделей середньої складності	Підходить для складних моделей	Підходить для більшості моделей	Підходить для складних моделей з великими даними

Висновки. Застосування гібридних підходів забезпечує можливість створювати реалістичні та деталізовані 3D-візуалізації, що значно покращує якість проєктування та розширює потенціал симуляцій і віртуального прототипування. Оптимізація рендерингу дозволяє уникати зайвих витрат часу та ресурсів на обробку великих обсягів даних, фокусуючи увагу розробників на деталізації моделей і якості кінцевого продукту. Таким чином, сучасні методи автоматизації та оптимізації рендерингу надають САД-системам переваги, що включають високу швидкість обробки, точність і зручність використання. Це забезпечує користувачам ефективні інструменти для створення високополігональних 3D-об'єктів, необхідних для вирішення завдань у сучасному проєктуванні, виробництві та інженерії.

Список літератури

1. Rombach R, Blattmann A, Lorenz D, Esser P, Ommer B (2022) High-resolution image synthesis with latent diffusion models. In: IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, pp 10684–10695