

Ministry of Education and Science of Ukraine
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Faculty of Information Technology
Department of Information Systems and Technologies



The 1st international scientific and practical conference

«INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY:
RESULTS AND PROSPECTS»
(IST 2024)



March 6, 2024

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій



1-а Міжнародна науково-практична конференція

«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ:
РЕЗУЛЬТАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ»
(IST 2024)



6 березня 2024 р.

Proceedings of the 1st international scientific and practical conference «Information Systems and Technology: Results and Prospects» (IST 2024), March 6, 2024 (Kyiv, Ukraine). Kyiv: FIT TSNUK, 2024. 370 p.

Proceedings of the conference include reports on such topics:

- Smart IoT technologies;
- Digital technology of project management;
- Network and internet technology;
- Security of information systems and networks;
- Systems and technologies of artificial intelligence;
- Cognitive modeling and knowledge engineering.

The collection will be useful to scientists, researchers, students and everyone who is interested in modern information systems and technology.

Submitted in the authors' edition.

The authors are fully responsible for the accuracy of the information in the article as for the compliance of the materials with the laws, morals and ethics.

© FIT TSNUK, 2024

Матеріали 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи та технології: результати і перспективи» (IST 2024), 6 березня 2024 р. (Київ, Україна). К. : ФІТ КНУТШ, 2024 р. 370с.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками:

- Розумні технології IoT;
- Цифрові технології управління проектами;
- Мережеві та інтернет-технології;
- Безпека інформаційних систем та мереж;
- Системи та технології штучного інтелекту;
- Когнітивне моделювання та інженерія знань.

Видання буде корисне науковцям, дослідникам, здобувачам і всім, хто цікавиться сучасними інформаційними системами та технологіями.

Подано в авторській редакції.

Автори матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність інформації, що в них висвітлюється, а також за відповідність матеріалів нормам законодавства, моралі та етики.

© ФІТ КНУТШ, 2024

Scientific Committee

Head: Volodymyr ILCHENKO, Dr, Prof.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Deputy Head: Volodymyr DRUZHYNIN, DSc, Prof.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Vitaliy SNYTYUK, DSc, Prof. (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Andreas PESTER, Prof., Dr.
(Carinthia University of Applied Sciences, Austria / The British University in Egypt, Egypt)
Frédéric MALLET, Professeur des Universités, Dr.
(Côte d'Azur University, France)
Andrii BILOSHCHYTSKYI, DSc, Prof. (Astana IT University, Kazakhstan)
Artūras MICKUS, Assoc. prof., Dr.
(Vytautas Magnus University, Lithuania)
Andriy ONYSHCHENKO, DEc, Prof.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Serhii TOLIUPA, DSc, Prof.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Volodymyr NAKONECHNYI, DSc, Prof.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Renata DANIELIENĖ, Assoc. prof. Dr.
(Vilnius University, Lithuania)
Nataliia FEDOROVA, DSc, Doc. (National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine)
Kateryna NESTERENKO, DSc, Prof. (National Aviation University, Ukraine)

Kateryna KOLESNIKOVA, DSc, Prof.
(International IT University, Kazakhstan)
Karsten HENKE, Dr.-Ing. Prof. h. c.
(Ilmenau University of Technology, Germany)
Oded MAIMON, Prof., Dr.
(Tel Aviv University, Israel)
Miloš ULMAN, Assoc. prof., PhD
(Czech University of Life Sciences, Czechia)
Mykhailo STEPANOV, DSc, SrSci
(National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine)
Hryhorii HNATIENKO, PhD (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Sergiy PALIY, PhD, Doc. (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Maksym DELEMBOVSKYI, PhD, Doc.
(Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine)
Sergiy GNATYUK, DSc, Prof..
(National Aviation University, Ukraine)
Juliy BOIKO, DSc, Prof.
(Khmelnyskyi National University, Ukraine)
Roman ODARCHENKO, DSc, Prof.
(National Aviation University, Ukraine)
Serhii ZYBIN, DSc, Prof.
(National Aviation University, Ukraine)
Oleksandr SAMKOV, DSc, Prof.
(Institute of Electrodynamics, NAS of Ukraine, Ukraine)
Igor PARKHOMEY, DSc, Prof.
(National Aviation University, Ukraine)

Organizing Committee

Head: Myroslava GLADKA, PhD
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Deputy Head: Mykola KOSTIKOV, PhD, Doc.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Olena SIPKO, PhD
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Oiha KRAVCHENKO, PhD, Doc.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)
Oiha SAVENKO, Lead. eng.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)

Програмний комітет

Голова: Володимир ІЛЬЧЕНКО, д.ф-м.н., проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Заступник голови: Володимир ДРУЖИНІН, д.т.н., проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Віталій СНИТЮК, д.т.н., проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Андреас ПЕСТЕР, д.т.н., проф. (Каринтійський університет прикладних наук, Австрія / Британський університет Єгипту, Єгипет)

Фредерік МАЛЄ, д.т.н., проф. (Університет Кот де Азур, Франція)

Андрій БІЛОЩИЦЬКИЙ, д.т.н., проф. (Астана ІТ університет, Казахстан)

Артурас МИККУС, д.т.н., проф. (Університет Вітовта Великого, Литва)

Андрій ОНИЩЕНКО, д.е.н., проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Сергій ТОЛЮПА, д.т.н, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Володимир НАКОНЕЧНИЙ, д.т.н, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Рената ДАНИЄЛІЄНЕ, д.т.н., проф. (Вільнюський університет, Литва)

Наталья ФЕДОРОВА, д.т.н, доц. (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)

Катерина НЕСТЕРЕНКО, д.т.н, проф. (Національний авіаційний університет, Україна)

Катерина КОЛЕСНИКОВА, д.т.н., проф. (Інтернаціональний ІТ університет, Казахстан)

Хенке КАРСТЕН, д.т.н., проф. (Технічний університет Ільменау, Німеччина)

Одед МАЙМОН, д.т.н., проф. (Тель-Авівський університет, Ізраїль)

Мілош УЛЬМАН, д.т.н., проф. (Чеський університет природничих наук, Чехія)

Михайло СТЕПАНОВ, д.т.н., с.н.с. (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)

Григорій ГНАТІЄНКО, к.т.н. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Сергій ПАЛІЙ, к.т.н., доц. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Максим ДЕЛЕМБОВСЬКИЙ, к.т.н., доц. (Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна)

Сергій ГНАТЮК, д.т.н, проф. (Національний авіаційний університет, Україна)

Юлій БОЙКО, д.т.н, професор (Хмельницький національний університет, Україна)

Роман ОДАРЧЕНКО, д.т.н, професор (Національний авіаційний університет, Україна)

Сергій ЗИБІН, д.т.н, професор (Національний авіаційний університет, Україна)

Олександр САМКОВ, д.т.н, проф. (Інститут електродинаміки НАН України, Україна)

Ігор ПАРХОМЕЙ, д.т.н, проф. (Національний авіаційний університет, Україна)

Організаційний комітет

Голова: Мирослава ГЛАДКА, к.т.н. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Заступник голови: Микола КОСТІКОВ, к.т.н., доц. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Олена СІПКО, к.т.н. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Ольга КРАВЧЕНКО, к.т.н., доц. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Ольга САВЕНКО, пров. інж. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

ЗМІСТ

SECTION SMART IOT TECHNOLOGIES	12
СЕКЦІЯ РОЗУМНІ ТЕХНОЛОГІЇ IOT	12
AN APPROACH OF USING BLAKE3 ALGORITHM FOR PII DATA IN IOT	13
AIR QUALITY MONITORS AS AN IOT TECHNOLOGY TO DRIVE CLIMATE SOLUTIONS	16
INFORMATION TECHNOLOGY FOR COMPLEX RECONSTRUCTION OF INCIDENTS IN THE FIELD OF PUBLIC SAFETY BASED ON THE USE OF IOT ARCHITECTURE.....	21
INCREASING BUSINESS EFFICIENCY THROUGH INTEGRATION OF THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE	24
IOT PLATFORM AS A TECHNOLOGY FOR CREATING AN IOT SOLUTION	26
ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДАВАЧІВ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ НАПОВНЕНОСТІ ПРИМІЩЕНЬ	28
IOT СИСТЕМА СПОВІЩЕНЬ НАСЕЛЕННЯ ПРО ЗАГРОЗИ ТА НЕБЕЗПЕКИ ВІЙСЬКОВОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ	31
МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ WI-FI КАДРІВ В IOT ТЕЛЕМЕТРІЇ	34
МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ AR	36
МЕРЕЖА РОЗУМНОГО БУДИНКУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ MESH WIFI.....	39
АНАЛІЗ ЗОБРАЖЕНЬ З КАМЕР IOT ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	43
IOT СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА СЕЗОННОГО КОНТРОЛЮ ДИНАМІКИ РОСТУ ТЕПЛИЧНИХ РОСЛИН.....	46
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ НА ПЕВНІЙ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ IOT	50
РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У ЖИТЛОВОМУ ПРИМІЩЕННІ ..	53
IOT-СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	56
МОДЕЛЬ IOT-РІШЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ВІТАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ	59
РОЛЬ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ ЗАСНОВАНОЇ НА ARDUINO В ПОКРАЩЕННІ ЯКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ КВІТІВ	63
ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НА СІЛЬГОСП ПІДПРИЄМСТВАХ	66
ЗАСТОСУВАННЯ IOT ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ РОЗУМНИХ КАС	70
IOT СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ ДИТИНИ	73
МОДЕЛІ І МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ IOT ДО МЕРЕЖІ ВЕНДИНГОВИХ ТОРГІВЕЛЬНИХ АПАРАТІВ	76

ІОТ-СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ КВАРТИРИ В ЖИТЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ "ГЕТЬМАНСЬКИЙ"	79
РОЛЬ ІОТ В ЕКОСИСТЕМІ ЖИТТЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....	82
ІОТ СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ БІБЛІОТЕКИ.....	86
РОЗРОБКА ІНТЕГРОВАНОЇ ІОТ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ.....	89
ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ З ЗАСТОСУВАННЯМ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ	92
ІОТ СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ SWAT	95
ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСТ.....	98
ІОТ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СФЕРІ ЗДОРОВ'Я: ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕДИЧНОГО ДОГЛЯДУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	102
ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ МЕДИЧНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОЛІ БОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖІ ІОТ СМАРТ-ГОДИННИКІВ ТА RNN	106
ІОТ-СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ ТУРИСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗУМНИХ МАРКЕРІВ СТЕЖОК.....	110
СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ІОТ-ПРИСТРОЯМИ ЗАХИСТУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ.....	114
ЗАСТОСУВАННЯ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ТЕЛЕКОМ ОПЕРАТОРІВ.....	118
SMARTPARK: ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВКОЮ ТЦ ХІТ MALL.....	122
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА МОНИТОРИНГУ СМІТТЄВИХ БАКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ "SMARTSORT"	126
ІОТ-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТІВ-ПИЛОСОСІВ ДЛЯ ДОМАШНЬОГО ПРИБИРАННЯ.....	129
ІОТ – СИСТЕМА СПОРТНИВНО-ТРЕНУВАЛЬНО КОМПЛЕКСУ НА ПРИКЛАДІ ВЕЛОСПОРТУ	132
SECTION DIGITAL TECHNOLOGY OF PROJECT MANAGEMENT	135
СЕКЦІЯ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ.....	135
A WEB APPLICATION FOR DESCRIBING THE STRUCTURE OF ROLES AND PERFORMERS OF AN ORGANIZATIONAL SYSTEM TO ENSURE ITS FUNCTIONAL SUSTAINABILITY	136
ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНА ПЛАТФОРМА ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ	140
ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ	143

АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДВОЛАНКОВИМ МАНІПУЛЯТОРОМ.....	147
ПІДВИЩЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЧАСУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....	151
ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙНУ У ДЕРЖАВНОМУ СЕКТОРІ.....	155
SECTION NETWORK AND INTERNET TECHNOLOGY	158
СЕКЦІЯ МЕРЕЖЕВІ ТА ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЇ	158
ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	159
МОДЕЛЬ АУКЦІОНУ РЕКЛАМИ В ПОШУКОВИХ СИСТЕМАХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ	164
СИСТЕМА БЕЗПРОВОДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ ІЗ МЕРЕЖЕЮ ПОСЛІДОВНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ.....	167
МОБІЛЬНИЙ ДОСТУП ДО МОРСЬКОГО НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ MOODLE.....	171
АЛГОРИТМ ВИКОРИСТАННЯ RFID-ТЕГІВ ДЛЯ ОБЛІКУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	174
ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ Й ПОСУШЛИВОГО КЛІМАТУ В УКРАЇНІ.....	178
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ ДОНОРІВ КРОВІ	183
РОЗРОБКА ІОТ СИСТЕМИ АВТОСАЛОНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ АВТО.....	187
СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТА ДЛЯ ПЕРЕМОТУВАННЯ ПЛІВКИ	191
ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТА ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЛІЄНТ ОРІЄНТОВАНИХ БІЗНЕСІВ.....	195
СИСТЕМА ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ТА ПОЛЕГШЕННЯ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ.....	200
МАГАЗИН ПК ТА ПК-ПЕРИФЕРІЇ.....	203
SECTION SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS AND NETWORKS	206
СЕКЦІЯ БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ	206
MODEL FOR CYBER FORENSICS SUPPORT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	207
FORTIFYING TELECOMMUNICATIONS: THE STRATEGIC ROLE OF NETWORK FUNCTION VIRTUALIZATION IN ENHANCING CYBERSECURITY	209
ПРО МЕТОД РЕДУКЦІЇ ПРОСТОРУ ПОШУКУ КІБЕРВРАЗЛИВОСТЕЙ НА ОСНОВІ ФОРМАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ	212
ВИКОРИСТАННЯ HUMINT У РОЗВІДЦІ КІБЕРЗАГРОЗ.....	215

СТРАТЕГІЇ ЗАХИСТУ СКЛАДНИХ МЕРЕЖЕВИХ ТА БАГАТОШАРОВИХ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ ВІД ЦІЛЕСПРЯМОВАНИХ АТАК ТА НЕЦІЛЬОВИХ УРАЖЕНЬ.....	218
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КРИПТОГРАФІЧНИХ ПРОТОКОЛІВ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	222
SECTION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	224
СЕКЦІЯ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	224
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR CLASSIFICATION OF IMAGES OF BRAIN TUMOR	225
COMPARISON OF SIMILARITY METRICS FOR HIGH-DIMENSIONAL DOCUMENT VECTORS	228
CARGO IDENTIFICATION SYSTEM FOR AUTOMATED WAREHOUSES	230
РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ЖЕСТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БІБЛІОТЕК PYTHON.....	233
ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ УПРАВЛІННЯ ЗВ'ЯЗКОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ ANFIS	236
ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ НЕЧІТКОЇ ДВОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА	240
ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	243
ОГЛЯД БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ У БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ	246
РОЗРОБКА ДОДАТКУ-НЕЙРОІМІТАТОРА ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ КЛІЄНТСЬКОЇ БАЗИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПАНІЇ	249
ПРО ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КОЛАБОРАТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ НА ОСНОВІ ІНТЕГРУВАННЯ СЕМАНТИЧНОГО ТА ЧАСОВОГО ФАКТОРІВ І КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	252
ПРО РЕЗУЛЬТАТИ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЧІТКОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА З НЕЧІТКОЮ ТРАПЕЦІЄПОДІБНОЮ ТРИВАЛІСТЮ ПЕРЕМІЩЕНЬ.....	255
АНАЛІЗ СТАНУ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН УКРАЇНИ.....	259
ВИБІР МОДЕЛІ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	263
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ MASK R-CNN ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	267
ІНТЕГРУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВНЗ	271
ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У МЕТОДАХ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	275
НОВІ АДАПТИВНІ КОДЕКИ І РЕЖИМИ АДАПТИВНОГО КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ/ВІДЕО	278

РОЗПІЗНАВАННЯ СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ ЯК БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ СПАЙКІНГОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	282
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ІНТЕРНЕТ-ДОПИСІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЗАСОБАМИ НЕЙРОМЕРЕЖІ.....	287
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НАЗЕМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ	290
ЗАСТОСУНОК СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИМ РОБОТОМ ПРИ ОГІНАННІ МИТТЄВО ВИНИКАЮЧИХ ПЕРЕПОН	294
АЛГОРИТМ РУХУ РОБОТІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ	297
ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	302
АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ СЕЙСМОАКУСТИЧНОГО АНАЛІЗУ	307
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ ТА ЙОГО ПРОГНОЗУВАННЯ	312
SECTION COGNITIVE MODELING AND KNOWLEDGE ENGINEERING	316
СЕКЦІЯ КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ ЗНАНЬ	316
ARGETING MIND IN CHALLENGEABLE CONDITIONS OF BIASED NATURE OF PERFORMANCE (PRELIMINARY RESULTS ON INDIVIDUAL EXPERIENCE).....	317
AN INTELLIGENT SYSTEM FOR SEARCHING AND SUMMARIZING NATURAL LANGUAGE INFORMATION IN THE DIRECTION OF SCIENTIFIC RESEARCH SPECIFIED BY THE USER	321
АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБРОБКИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ У РАМКАХ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ»	324
ПОРІВНЯННЯ ТА ВИБІР РЕНДЕРИНГУ В REACT	329
ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ТА КОНТРОЛЮ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	332
КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ	334
ЕВРИСТИЧНА МОДЕЛЬ СТАБІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У ПОРЯДКОВИХ ШКАЛАХ.....	337
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕСИКАЦІЇ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ	340
ПРО ОДИН ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ З ЗАСТОСУВАННЯМ ДРОБОВОГО АНАЛІЗУ	344
ПРО ОДИН ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ	347
МОДЕЛЬ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ З УРАХУВАННЯМ СПЕЦИФІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	350
МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ ДЕРЖАВИ	352

СПЕЦИФІКА ПОДАННЯ ЗНАНЬ ЗАСОБАМИ SEMANTIC MEDIAWIKI.....	354
ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТАНДАРТУ ІЕС 61850 В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	357
ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРАВА ЛЮДИНИ В ЕПОХУ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	360
ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВОЇ АКТИВНОСТІ В ОС “WINDOWS” З ВИКОРИСТАННЯМ ПОДІЙ БЕЗПЕКИ	363
ІНТЕГРАЦІЙНЕ ТЕСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	366

Section

Smart IoT technologies

Секція

Розумні технології IoT

AN APPROACH OF USING BLAKE3 ALGORITHM FOR PII DATA IN IOT

Andrii Cherevatov¹, Volodymyr Druzhyin²

¹Master`s degree Student, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0009-0005-7872-3203

²Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5340-6237

Abstract. *The proliferation of Internet of Things (IoT) devices has led to an exponential rise in the generation and collection of Personally Identifiable Information (PII) data. Securing this sensitive data is paramount, requiring robust cryptographic algorithms. This paper investigates the suitability of the BLAKE3 cryptographic hash function for protecting PII data in IoT environments. We delve into the theoretical underpinnings of BLAKE3, analyzing its security properties and implementation efficiency.*

Keywords: BLAKE3, Cryptography, PII, IoT, Security, Hashing

I. INTRODUCTION

The ever-expanding landscape of IoT devices presents both immense opportunities and significant security challenges. As these devices collect and transmit an abundance of data, including PII, ensuring its confidentiality and integrity becomes crucial. Traditional cryptographic algorithms, while effective, may not be optimal for resource-constrained IoT devices due to their computational complexity.

II. RESULTS AND ANALYSIS

BLAKE3 emerges as a compelling candidate for securing PII data in IoT settings. This next-generation cryptographic hash function boasts several advantages:

Security: BLAKE3 inherits the robust security guarantees of its predecessor, BLAKE2, offering resistance to various cryptanalytic attacks. It operates on input data through a series of compression steps, each involving:

Initialization: Internal state variables are initialized with specific constants.

Mixing: The state is manipulated using a combination of bitwise operations (XOR, rotations, shifts) on message words and state variables. This mixing process helps to diffuse the influence of each input bit throughout the final hash value, making it difficult to predict the output from any specific input modification.[1]

Compression: The state is updated through a non-linear function, further mixing and compressing the data. This non-linearity strengthens the algorithm's resistance to cryptanalysis.

Finalization: The final state is transformed into the fixed-length hash output.

Performance: BLAKE3 is significantly faster than widely used counterparts like SHA-256 and SHA-3. This is crucial in IoT where devices often have limited computational power. Faster hashing allows for lower battery drain and quicker processing of sensitive PII data.

The benchmark of 16 different hashing algorithms is at Figure 1.

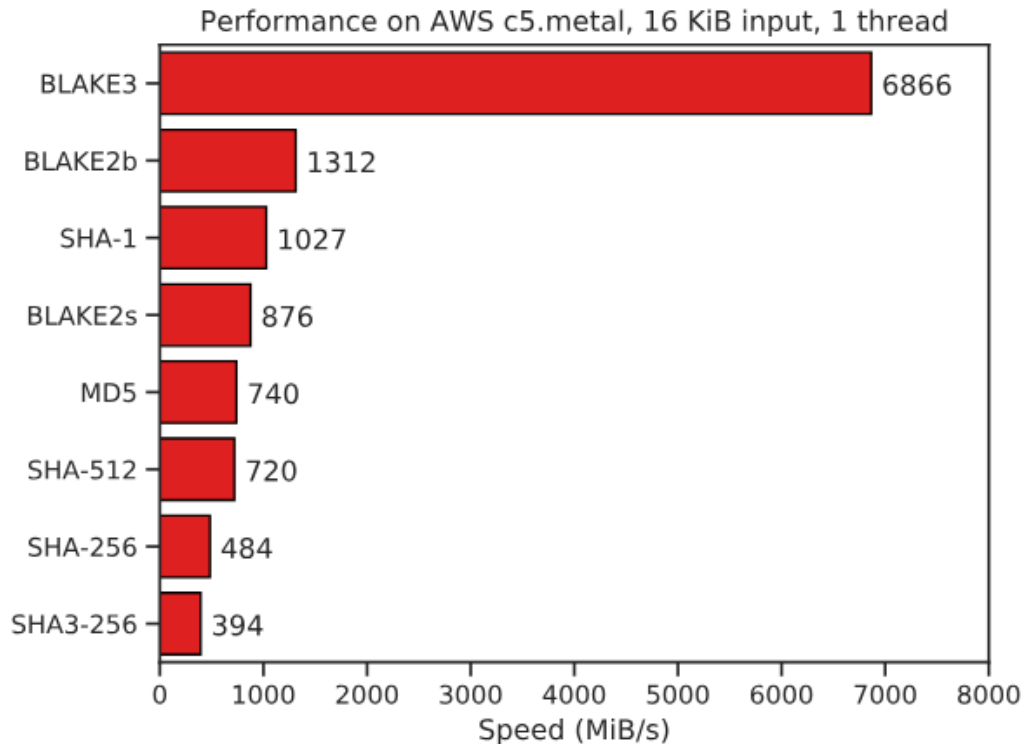


Figure 1. benchmark of 16 KiB inputs on a Cascade Lake-SP 8275CL server CPU from 2019 of different hashing algorithms [2]

Optimized for Modern Hardware: BLAKE3's design leverages SIMD instructions present in modern processors for substantial performance gains. This makes it a future-proof algorithm, scaling well as hardware evolves.

Parallelization: BLAKE3's design allows for efficient parallelization, further enhancing its performance on multi-core processors, potentially common in some IoT devices.

BLAKE3 divides its input into consecutive chunks, each consisting of 1024 bytes. If the input is not empty, the last chunk may be shorter, but it cannot be empty. In cases where there's only one chunk, it serves as both the root node and the sole node of the tree. For multiple chunks, they are organized into parent nodes, each with precisely two children. The structure of the tree follows two rules governing its assembly.[1]

BLAKE3 offers a single algorithm that performs well across different architectures, including x86-64 and smaller platforms. This simplicity makes it easier to implement and maintain in IoT devices. [2]

BLAKE3 is resistant to length extension attacks, a weakness found in some other hash functions. The comparison of BLAKE and other hash functions throughput displayed at Figure 2.

III. DISCUSSION AND CONCLUSION

The exploration of BLAKE3 as a cryptographic solution for safeguarding PII data in IoT environments reveals promising attributes. With its robust security guarantees inherited from BLAKE2 and its efficient implementation, BLAKE3 offers a compelling option for ensuring the confidentiality and integrity of sensitive data. Moreover, its performance advantages, including speed, optimization for modern hardware, and support for parallelization, make it well-suited for the resource-constrained nature of IoT devices. By addressing both security and efficiency concerns, BLAKE3 emerges as a versatile and reliable choice for protecting PII data in the dynamic landscape of IoT.

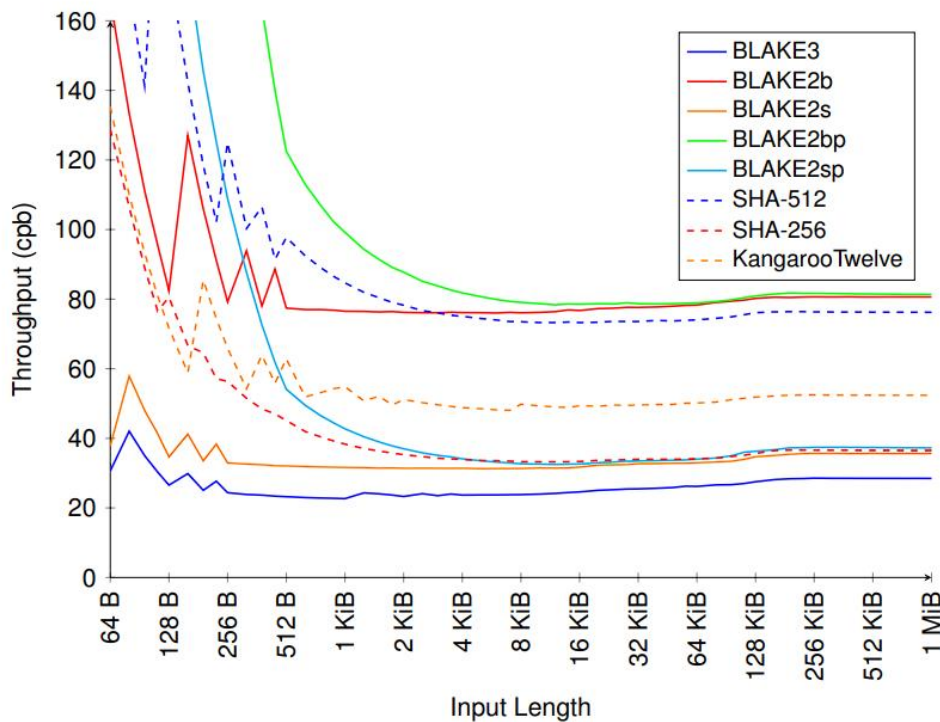


Figure 2. Throughput for single-threaded BLAKE3 and other hash functions on a Raspberry Pi Zero, measured in cycles per byte. This is a 32-bit ARM1176 processor. Lower is faster.[3]

REFERENCES

1. Kevin Atighehchi and Robert Rolland. Optimization of tree modes for parallel hash functions: A case study. *IEEE Trans. Computers*, 66(9):1585–1598, 2017. doi:10.1109/TC.2017.2693185.
2. Aumasson, Jean-Philippe (2021). *Crypto Dictionary: 500 Tasty Tidbits for the Curious Cryptographer*. No Starch Press. ISBN 9781718501409.
3. Jack O’Connor, Jean-Philippe Aumasson, Samuel Neves, Zooko Wilcox-O’Hearn. “BLAKE3 one function, fast everywhere”. Retrieved October 25, 2024 [Electronic resource] Access mode: <https://github.com/BLAKE3-team/BLAKE3-specs/blob/master/blake3.pdf>



ANDRII CHEREVATOV received the B.S. degree in Information Systems and Technologies field at Taras Shevchenko National University of Kyiv in 2023. He is currently pursuing the Master’s degree in Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv. His research interests include cryptography, IoT architecture.



VOLODYMYR DRUZHYNIN received the B.S. degree in Radiotechnology from Kyiv Higher Anti-Aircraft Missile Engineering School specializes in radio engineering and the Specialist degree in the Security of information and communication systems from State University of Telecommunications, Doctoral degree in Radio engineering devices and telecommunications in 2013. He is currently the Head of the Department of Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. His research interests include multi-position radar, radio monitoring, radio frequency management, synthetic aperture radar systems, sensor systems, and networks utilizing fuzzy inference for improved accuracy and precision.

AIR QUALITY MONITORS AS AN IOT TECHNOLOGY TO DRIVE CLIMATE SOLUTIONS

Janet Obenewaa Danso

PhD student, Department of Information Systems and Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
ORCID: 0000-0002-8707-2298
E-mail: dansojenny@gmail.com

***Abstract.** The life intellectualization accelerates the management systems transformation in smart and ecological directions. The modern business and urbanization trends increase the harmful impact on the environment, actualize the role of smart systems for balanced climate decisions making. The purpose is to conceptualize the implementation of effective climate solutions based on air quality IoT-monitoring. Data reliability criteria are substantiated and methods of improving data reliability based on IoT are justified. An integral indicator of air quality assessment is proposed. A conceptual model for increasing the effectiveness of climate solutions is developed. Model will be useful for air quality reliable information monitoring.*

Key words: IoT, Data Quality, Data Reliability criteria, Air quality estimation, conceptual model.

I. INTRODUCTION

Air is the foundation of life, and the well-being and future of people depend on its quality. Transnationalization contributes to the development of hazardous industrial production, which has a detrimental impact on the ecological environment, primarily the air quality. This system becomes globally significant in the context of achieving the United Nations Sustainable Development Goals.

The Environmental Protection Agency implements a real-time Air Quality Index (AQI) as a global measure of air quality to report on air quality affecting health and experienced several days after inhaling polluted air. The EPA calculates this index for five pollutants: ground-level ozone, PM pollution, carbon monoxide, sulfur dioxide, and nitrogen dioxide. It establishes national air quality standards for each of them to protect the health of the population [1].

The current level of development of artificial intelligence allows for the implementation of solutions to improve lifestyle and its ecological footprint through IoT (Internet of Things) technologies and cloud computing. Air quality monitors based on IoT technologies are crucial for avoiding the impact of fine particulate matter and controlling human influence on the environment. Operational climate decisions based on IoT replace climate policies due to their deep analytical capabilities and rationality in forming optimal paths for society's adaptation to climate change, viewed as a "business problem" [2].

The implementation of intelligent systems, including IoT technologies, big data solutions, cloud platforms, and cybersecurity methods, for monitoring environmental pollution and supporting sustainable living has become a widespread research direction [3].

In contemporary research, the effectiveness of air quality monitors is focused on efficient data processing, data interpolation, and forecasting air pollution levels [4]. IoT technology enables air quality monitoring systems to analyse real-time environmental data, measuring levels of carbon monoxide, smoke, and particle pollution. These measurements are conducted locally, and based on the analysis of generated data, the system can notify people using integrated notification mechanisms such as Zoomer [5].

An IoT-based monitoring structure can effectively track environmental changes using sensors, microcontrollers, and control parameters like temperature, humidity, and the level of harmful gases in the air. Data for all air quality parameters are stored on a web server, accessible to users worldwide via internet connectivity [6].

The drawbacks of air quality sensors, such as cross-sensitivity between pollutants, the influence of traffic, weather, and human behavior, are mitigated through machine learning-based calibration [7]. To assess the concentration of harmful substances in the air, mathematical models are developed for integration into a calibrated air quality sensor, known as a virtual sensor [8].

Analysis of current research reveals the lack of a unified approach to the quality of data generated by IoT technologies for optimizing climate solutions.

The research aims to develop a conceptual model to enhance the efficiency of climate solutions based on IoT air quality monitoring.

II. DATA AND METHODOLOGY

Air quality monitoring is a regular, long-term assessment of various pollutant levels by measuring their concentrations in the open air, implemented through ambient observation networks. IoT represents a new technological paradigm for air quality management systems, facilitating communication and information exchange among heterogeneous objects to universally collect and process data for decision-making and actions to prevent adverse health effects on people [9].

This study is based on two complementary methodological approaches to air quality monitoring: the European Union approach and the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) approach. Air quality monitoring systems are a stumbling block in implementing pollution mitigation strategies and controlling variable air quality to provide the government and the public with information on the current levels of gases and particles in the air.

This information is used to make informed decisions to prevent harmful impacts on human health [10].

Monitoring data is applied to assess, forecast, and reduce pollutant levels. At the same time, environmental authorities develop regulatory acts that regulate monitoring and take into account the quality of data and indicators that must be met [11].

Despite the numerous advantages of IoT systems, the data they generate is unreliable, impacting the reliability of climate decisions. Firstly, they use inexpensive sensors that lack accuracy, and secondly, IoT is susceptible to various factors due to involvement in open platforms [12].

Therefore, the main predictor of effective air quality monitoring is not the implementation of IoT technologies but the analysis of data quality for air quality monitoring - Data Quality (DQ). EU and EPA approaches reveal DQ analysis in the field of air quality monitoring. Intelligent technologies supporting proper air quality include air quality sensors and controllers with the architecture of the latest embedded systems. They determine air quality parameters: CO, PM2.5 particulate matter, nitrogen dioxide NO₂, ozone O₃, ammonia NH₃, temperature, pressure, humidity. Sensor data is calibrated using machine learning methods to improve performance. Such a high-tech system performs predictive functions and has a multi-head convolutional neural network with a closed recurrent block, which can detect pollution concentrations for the next hour [13].

Modern methods of data interpolation include long short-term memory convolutional models, a combination of convolutional neural networks that automatically manipulate both spatial and temporal characteristics of the data [4]. Data aggregation, or merging, contributes to increased data accuracy, expanded coverage in terms of space and time, improved performance, and spatial-temporal resolution enhancement [14].

III. RESULTS AND ANALYSIS

The criteria for data quality in IoT air quality monitoring are presented in Table 1.

Table 1. Criteria for data quality in IoT air quality monitoring

Criteria	UNION approach	EPA approach
Uncertainty level X1	Maximum allowable error of fixed measurements: 25%	Population sampling uncertainty and measurement without considering the Displacement criterion.
Minimal data reading X2	Maximum percentage of missing values over a specific period: 10% Minimum data reading rate: 90%	Not defined
Minimal time coverage X3	For measuring particulate matter: 14% (one-day measurement per week randomly throughout the year)	Not defined
Minimum number of sampling points X4	Fixed measurements depend on the population of a specific area and the data volume	Not defined
Precision level X5	Not defined	Random error component and the degree of agreement between repeated measurements of the same property under identical conditions.
Displacement degree X6	Not defined	Component of uncertainty that amplifies the distortion of the measurement process and causes errors in air quality assessments.
Limit of detection X7	Not defined	Minimum concentration of a pollutant resulting from a single measurement with a stated level of probability
Representativeness degree X8	Has a minimum number of sampling points and minimum temporal coverage	Measurement of the population component of uncertainty, the extent to which data accurately represent the frequency distribution of a parameter in the population.
Comparison degree X9	Not defined	The degree of confidence with which one set of data can be compared to another, considering units of measurement and applicability to standard statistical methods.
Completeness level X10	Not defined	The ratio of obtained reliable data to expected data. 75% of the data.

Developed by the author based on [11-12].

The Air Quality Estimation integral indicator (AQE) is a function of the sum of data quality criteria: $AQE = f(X1, \dots, X10)$. Data quality and reliability criteria can be enhanced by applying technological data processing methods: calibration, interpolation, aggregation, and outlier detection.

Conceptually, the model for improving the efficiency of climate decisions based on IoT air quality monitoring is a system of synergistically connected elements: criteria for air quality data and corresponding methods for their improvement – depicted in Figure 1.

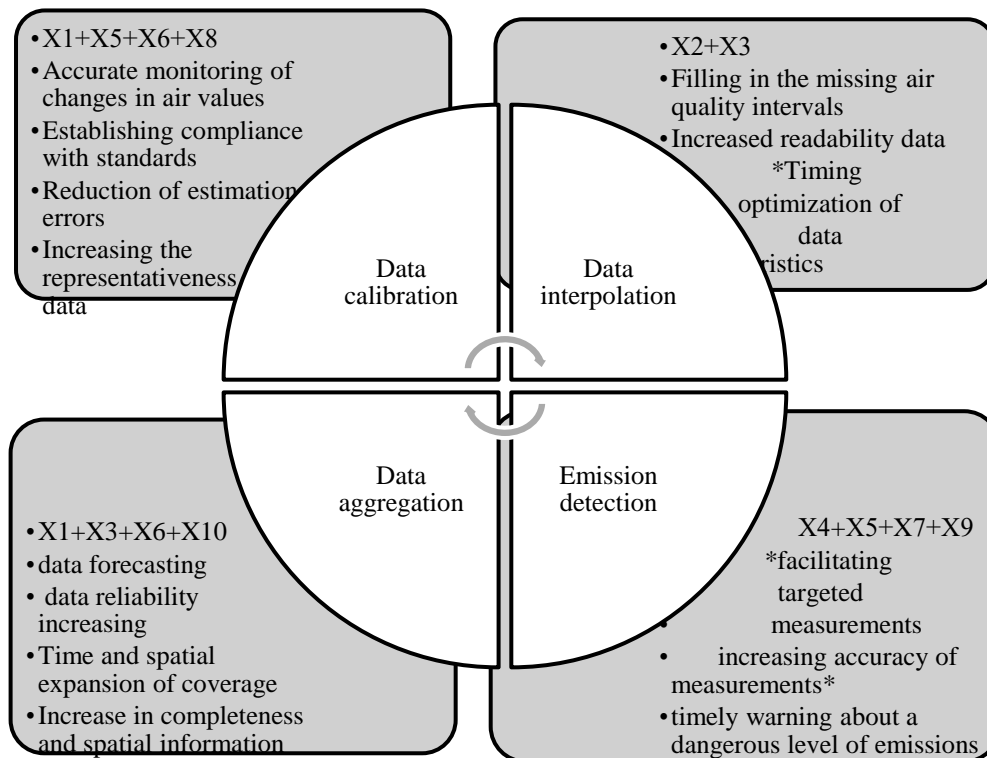


Figure 1. A conceptual model for improving the efficiency of air quality monitoring based on IoT

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

Monitoring air quality based on IoT, when employing methods to enhance data reliability such as data calibration, interpolation, aggregation, and emission detection, transforms the understanding and expands the potential for environmental protection. Data is stored on servers and is accessible to people in real-time, regardless of their location (Hassan et al., 2020). The objectivity and prudence of climate decisions to prevent the negative impact of air pollutants on human health depend on the reliability and credibility of IoT monitoring data (Liu et al., 2019). The accuracy and impartiality of IoT monitoring data are verified through a systematic analysis of data quality criteria. A set of criteria for data quality and reliability forms the basis of the air quality assessment function, yielding an integrated air quality assessment indicator.

The conceptual model for improving the efficiency of IoT air quality monitoring is based on reliability criteria from both European and American approaches (UNION, E., et al., 2008; UEPA, 2017) and corresponding methods aimed at enhancing these criteria (Lin et al., 2019; Zaidan et al., 2020; Lin et al., 2020; Huang et al., 2020; Concas et al., 2021; Sonawani & Patil, 2024; Le et al., 2020).

REFERENCES

1. World Air Pollution: Real-time air quality index. Available at <https://waqi.info> (Acc. 10 Feb 2024).
2. Orlove, Ben, et al. (2020). Climate decision-making. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 271-303.

3. Khang, Alex, et al. (ed.). (2023). Smart Cities: IoT Technologies, big data solutions, cloud platforms, and cybersecurity techniques. *CRC Press*.
4. Le, Van-Duc; Bui, Tien-Cuong; Cha, Sang-Kyun. (2020). Spatiotemporal deep learning model for citywide air pollution interpolation and prediction. In: *2020 IEEE international conference on big data and smart computing (BigComp)*. IEEE, 55-62.
5. Kumar, Ajitesh; KumarI, Mona; Gupta, Harsh. (2020). Design and analysis of IoT based air quality monitoring system. In: *2020 International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC)*. IEEE, 242-245.
6. Hassan, Mosfiqun Nahid, et al. (2020). An IoT based environment monitoring system. In: *2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*. IEEE, 1119-1124
7. Concas, Francesco, et al. (2021). Low-cost outdoor air quality monitoring and sensor calibration: A survey and critical analysis. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 17.2, 1-44.
8. Zaidan, Martha Arbayani, et al. (2020). Intelligent calibration and virtual sensing for integrated low-cost air quality sensors. *IEEE Sensors Journal*, 20.22, 13638-13652.
9. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks*, 56, 122-140.
10. Union, E., et al. (2008). Directive 2008/50/EC of the European parliament and of the council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Official Journal of the European Union.
11. EPA, UEPA. (2017). Quality assurance handbook for air pollution measurement systems, vol. 2.
12. Liu, Mingliu, et al. (2019). Combinatorial-oriented feedback for sensor data search in Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 7.1, 284-297
13. Sonawani, Shilpa; Patil, Kailas. (2024). Air quality measurement, prediction and warning using transfer learning based IOT system for ambient assisted living. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 20.1, 38-55.
14. Lin, Yuan-Chien; Chi, Wan-Ju; Lin, Yong-Qing. (2020). The improvement of spatial-temporal resolution of PM_{2.5} estimation based on micro-air quality sensors by using data fusion technique. *Environment international*, 134, 105305.



JANET OBENEWAA DANSO received a B.S. degree in Telecommunications from National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine in 2017 and an M.S. degree in Electronics also from National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine in 2018. She is currently pursuing the Ph.D. degree in Information Systems and Technologies at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. Her research interests include Internet of Things technologies, eco-environmental monitoring, climate change solutions and forecasting.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR COMPLEX RECONSTRUCTION OF INCIDENTS IN THE FIELD OF PUBLIC SAFETY BASED ON THE USE OF IOT ARCHITECTURE

Alexander Shvydchenko¹, Volodymyr Druzhyin ²

¹BA Student, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0009-0009-5804-0260

E-mail: sashashvich@gmail.com

²Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5340-6237

Abstract. *This work is focused on creating a system for reconstruction of incidents in the field of public safety based on the use of IoT architecture and researching various ways and technologies, capable of accomplishing this mission. This system will allow to collect and analyze information about various incidents and emergencies, using IoT architecture and UAV technology, to recreate them for further analysis of them, rescue operations and creating effective means of stopping them. Use of LIDAR technology along side IoT systems and UAV will allow it to work in any environment while maintaining effectiveness.*

Keywords: Information Technology, IoT, UAV, Incident Reconstruction, Public Safety, IoT Architecture

I. INTRODUCTION

In recent years, the integration of Information Technology (IT) and Internet of Things (IoT) architecture has shown significant promise in enhancing public safety measures, including taking part in incident reconstruction processes. This thesis explores the application of IoT architecture in complex incident reconstruction within the domain of public safety. It investigates the utilization of IoT devices, data analytics, cloud computing, and other IT tools to improve the efficiency and effectiveness of incident reconstruction, including usage of UAV technology, thereby contributing to better decision-making and response strategies in emergency situations. The study aims to provide insights into the potential benefits, challenges, and future prospects of leveraging IoT architecture for incident reconstruction in public safety contexts.

II. DATA AND METHODOLOGY

The research methodology involves a combination of qualitative and quantitative approaches. Qualitative methods include literature review, case studies, and expert interviews to gather insights into current practices, challenges, and opportunities in incident reconstruction using IoT architecture. Quantitative methods involve data analysis and modeling to evaluate the effectiveness and efficiency of IoT-based incident reconstruction systems. The study may also involve the development of prototypes or simulations to demonstrate the practical implementation of IoT solutions in public safety contexts.

During the main part of study the qualitative evaluation of problem-solving was held in 30 minutes cycles of professional activity in different stages of project and unpredicted conditions too.

Working Environment: Microsoft Project, Visual Studio, physical workplace.

Working Equipment: Acer laptop, LIDAR.

Research Environment: Node-red, physical workplace.

Subject: Test variation public safety smart system.

The study includes two roles in project management.

Role 1. Developer. Main types of activities: developing and executing test cases, analyzing test results, reviewing specifications, identifying and reporting bugs, researching new technologies, tools, and testing procedures.

Types of stimuli: code, scientific and theoretical questions, practical problems.

Analyzed data: Test results, scientific and engineering studies.

The expected result of working system and process of reconstruction is shown on picture 1.

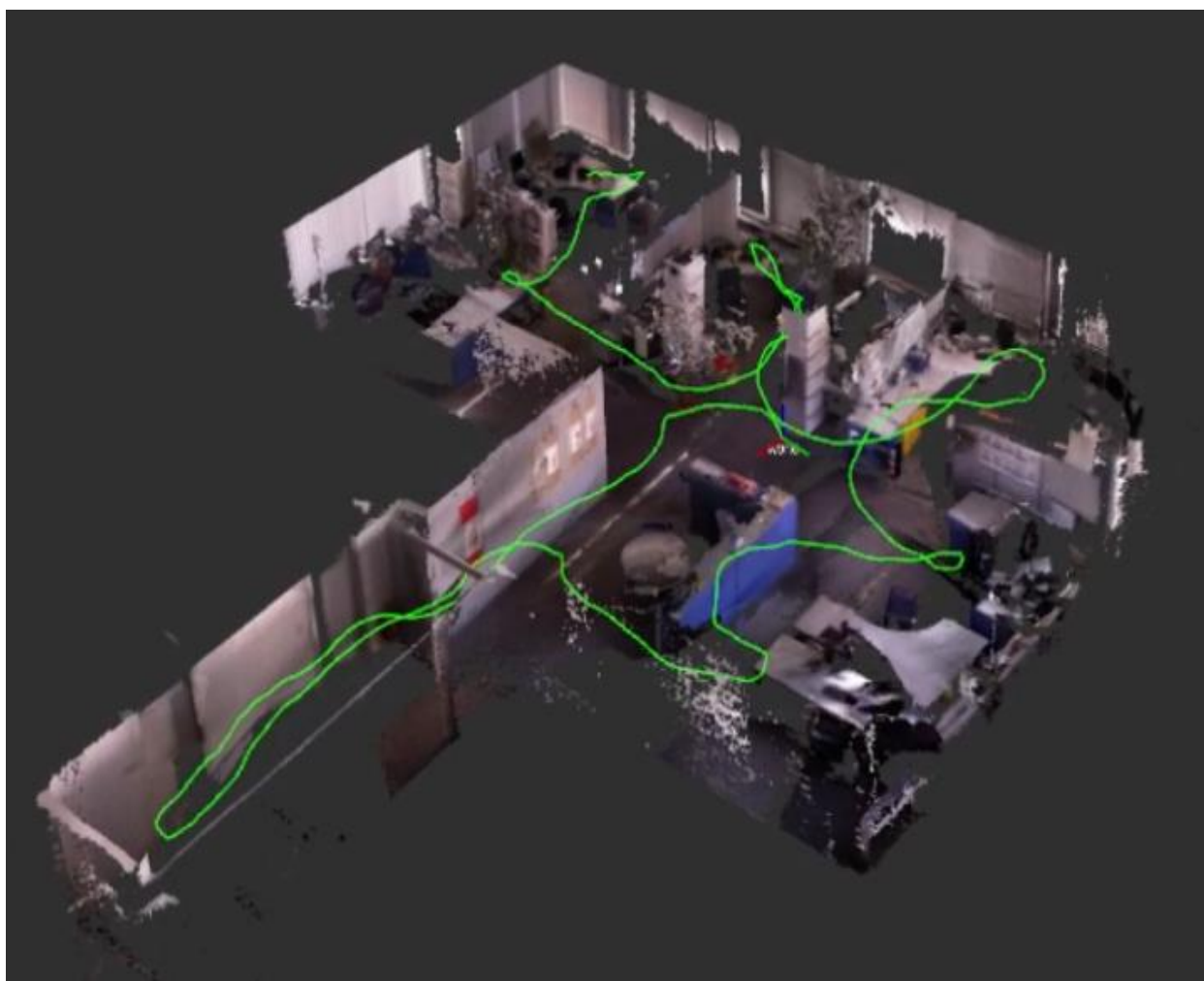


Figure 1. Expected result of working system

III. RESULTS AND DISCUSSION

The results is a test version of a system which consists of two main parts: stationery, consists of IoT elements for collecting data on the ground and analyze it, and aerial, consists of robots for collecting data in areas with damaged or destroyed stationery elements, and/or areas which is

hard/impossible/dangerous to enter. However, there is still a lot of work ahead, due to problems in system`s functioning and data analysis.

IV. CONCLUSION AND FUTURE DIRECTIONS

In conclusion, this study sheds light on the potential of IoT architecture in enhancing incident reconstruction processes within the realm of public safety. The development of a test version of a system incorporating IoT elements and UAV technology marks a significant milestone in this endeavor. While challenges persist in system functionality and data analysis, the findings provide valuable insights for future research and development efforts.

Moving forward, continued collaboration between researchers, practitioners, and stakeholders is essential to overcome existing challenges and realize the full potential of IoT-based solutions in incident reconstruction. By addressing technical limitations, refining data analysis processes, and improving system integration, we can advance towards more effective and efficient incident response strategies, ultimately enhancing public safety and resilience in the face of emergencies.

REFERENCES:

1. Sousuke Nakamura, Shunsuke Muto and Daichi Takahashi. Short-range Lidar SLAM utilizing localization data of monocular localization, 2021.
2. Abu Ubaidah Shamsudin , Kazunori Ohno, Ryunosuke Hamada, Shotaro Kojima, Thomas Westfechtell, Takahiro Suzuki, Yoshito Okada, Satoshi Tadokoro, Jun Fujita and Hisanori Amano. Consistent map building in petrochemical complexes for firefighter robots using SLAM based on GPS and LIDAR, 2018.
3. О. М. Гусак. Інформаційна технологія раннього виявлення лісових пожеж за допомогою безпілотних літальних апаратів, 2018. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 15, 33-38. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php>
4. Капуста А.І.. Нелінійна стохастична фільтрація звукових сигналів безпілотних літальних апаратів, 2019. Дипломна робота. Харків: ХНУРЕ
5. A. Akhaladze, O. Lisovychenko. USING IOT TO SYNCHRONIZE DRONE FLIGHT PATHS, 2021.
6. Zhongyang Xiao, Diange Yang, Tuopu Wen, Kun Jiang and Ruidong Yan. Monocular Localization with Vector HD Map (MLVHM): A Low-Cost Method for Commercial IVs, 2020.



ALEXANDER SHVYDCHENKO received the B.S. degree in programing technologies of Internet of Things from Taras Shevchenko National University of Kyiv in 2022. He is currently pursuing the M.A. degree degree in Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. His research interests include UAV technology, Internet of Things, networking technology and aero engineering.



VOLODYMYR DRUZHYNIN received the B.S. degree in Radiotechnology from Kyiv Higher Anti-Aircraft Missile Engineering School specializes in radio engineering and the Specialist degree in the Security of information and communication systems from State University of Telecommunications, Doctoral degree in Radio engineering devices and telecommunications in 2013. He is currently the Head of the Department of Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. His research interests include multi-position radar, radio monitoring, radio frequency management, synthetic aperture radar systems, sensor systems, and networks utilizing fuzzy inference for improved accuracy and precision.

INCREASING BUSINESS EFFICIENCY THROUGH INTEGRATION OF THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Daniil Suslov

Student, Faculty of Computer Science and Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0009-0006-3093-9328.

E-mail: danil.suslov.85@knu.ua

Annotation. *The paper thoroughly analyzes the impact of the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) technologies on the modern business sphere. The main focus of the research is on their contribution to enhancing the efficiency of production processes, optimizing customer interactions, and improving management practices. The obtained results emphasize the significant opportunities for using these innovative solutions to reduce costs, increase productivity, and enhance the competitiveness of enterprises.*

Keywords: Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), data, analysis, efficiency

I. INTRODUCTION

Over the past decade, the volume of data generated by businesses in all industries has been increasing. A large portion of this data can be utilized to improve operations and make better management decisions. The relevance of IoT lies in its ability to collect this data in real-time from various sources: from sensors in production lines to devices in a "smart" office.

On the other hand, artificial intelligence provides means to analyze these large volumes of data and extract useful information. Machine learning and data analysis algorithms enable identifying trends, forecasting demand, detecting anomalies, and recommending optimal solutions for enterprises. Major corporations are already actively using IoT and AI to enhance efficiency and competitiveness.

For example, General Electric implements the Predix system, which utilizes IoT for equipment monitoring, data collection, and analysis of their status.

The application of artificial intelligence helps understand this data and timely respond to potential issues, thereby reducing costs for maintenance and avoiding unforeseen equipment downtime. In the retail sector, Amazon utilizes artificial intelligence to personalize offers for customers based on their past purchases and product views. This allows the company to maximize sales and meet individual customer needs.

II. DATA AND METHODS

For the successful integration of the Internet of Things and artificial intelligence into business, access to diverse data is necessary. This data can be obtained from various sources, including data from IoT sensors, data on production processes, customer data, and data from various Internet sources. Special sensors can be installed on equipment or production lines to collect data from IoT sensors, which transmit information via wireless networks to a central server for further processing.

As for data analysis, methods of artificial intelligence such as machine learning algorithms and data analysis are used. This allows identifying patterns, forecasting events, and making recommendations based on the data obtained. One of the methods is personalized offers for

customers. Based on the analysis of customer data and their behavior, individual offers, recommendations, and promotions can be created to match their needs and preferences.

Another important method is real-time issue resolution. By using analytical tools, problems in production, servicing, or supply can be quickly identified and addressed, reducing equipment downtime and increasing overall enterprise efficiency.

III. RESULTS AND ANALYSIS

The implementation of monitoring systems using IoT sensors has reduced equipment downtime by 20% over the last quarter.

Artificial intelligence analyzes this data and makes recommendations for optimizing work processes, allowing the enterprise to increase productivity and reduce maintenance costs.

The analysis of large volumes of data using artificial intelligence helps managers make informed decisions regarding strategic planning and company development.

For example, forecasting algorithms allow predicting changes in market conditions and adapting strategies accordingly.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The integration of the Internet of Things and artificial intelligence into business proves to be extremely important in modern conditions, where competitiveness and speed of decision-making determine the success of the company.

Our research demonstrates that these technologies can significantly improve the efficiency of production processes, customer interaction, management, and strategic planning.

The results show that the implementation of monitoring systems using IoT sensors and data analysis using artificial intelligence allows enterprises to reduce costs, increase productivity, and enhance customer satisfaction.

REFERENCES

- 1.Schwab K.R. (2016) The Fourth Industrial Revolution
- 2.Olivier H.O. (2023) The Internet of Things: Key Applications and Protocols
- 3.Samoylenko M.Yu. (2020) Principles of Applying Internet of Things Technology in the Modern World
- 4.Olivier A. Statistics and Facts about the Internet of Things (IoT): Market Size, Usage, and Forecasts
- 5.Shelever O.V. (2020) Internet of Things. Technologies in Modern Education: Prospects, Features
6. Suslov D.G. Increasing business efficiency through integration Internet of things and artificial intelligence.

DANIIL SUSLOV. Student of the fourth year of specialty 121 "Software engineering" of Taras Shevchenko Kyiv National University. It is engaged in the development and implementation of Internet of Things solutions for small and medium-sized businesses

IOT PLATFORM AS A TECHNOLOGY FOR CREATING AN IOT SOLUTION

Alona Vorokh¹, Volodymyr Druzhynin²

¹Master's student at the Department of Information Systems and Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0001-9578-1847

E-mail: vorokha@fit.knu.ua

²Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5340-6237

Abstract. *IoT platforms a set of components that allows developers to spread out the applications, remotely collect data, secure connectivity, and execute sensor management. ThingsBoard Inc. is one of the companies which offer open-source and not open-source platforms for creating IoT solutions. Both of the platforms are very flexible and affordable for creating test versions of solution and ready for the market solutions.*

Keywords: Internet of Things (IoT), platform, open-source, technology, feature.

I. INTRODUCTION

Today we have many opportunities for creating IoT solutions. Everything may be achievable by developing everything from scratch as a backend part and as a frontend part. Many developers prefer creating everything by themselves. IoT platforms a set of components that allows developers to spread out the applications, remotely collect data, secure connectivity, and execute sensor management. An IoT platform manages the connectivity of the devices and allows developers to build new mobile software applications. And in my opinion it is one of the best ways to create IoT solutions, so that I decided to use one for creating my project.

II. DATA AND METHODOLOGY

Today many people are familiar with such popular IoT platforms as Microsoft Azure, Google Cloud IoT, IBM Watson IoT Platform. Out of the blue Microsoft has decided to retire a key plank of its Azure IoT platform, leaving developers currently building systems high and dry. In a statement on the Azure console, Microsoft confirmed the Azure IoT Central service is being retired on March 31, 2027 [1]. IBM made a similar move to end its Watson IoT service at short notice in November 2022. It said it would "sunset the Watson IoT Platform service on IBM Cloud effective December 1st, 2023 without a direct replacement" [1]. Based on the information, we can say that these platforms are slowly moving back. Because IoT Platform is not the main direction and product of such corporations. And to replace them, there is such a company as ThingsBoard Inc. ThingsBoard, Inc. was founded in 2016. Community Edition IoT platform is the most popular open-source project in its class. ThingsBoard's freeware and licensed software is widely used by both IoT enthusiasts who design and prototype their smart solutions in their garages and industrial customers with a wide range of requirements for device management, data processing, security, privacy, analysis, etc. [2]. ThingsBoard Community Edition is an open-source IoT platform for data collection, processing, visualization, and device management. ThingsBoard Community Edition

have such features as asset management and data collection, end-user real-time dashboards, customizable rule chains and widgets, integrations with BigData systems, NB-IoT, SigFox, LoRaWAN support, Rule Engine: Components. ThingsBoard Rule Engine is a highly customizable and configurable system for complex event processing. With rule engine you are able to filter, enrich and transform incoming messages originated by IoT devices and related assets. ThingsBoard have a few native protocols as MQTT, CoAP, HTTP, LwM2M, and SNMP, which allows to connect the devices directly to the platform. In case using the other connectivity for Community Edition you may use ThingsBoard Getaway (which is also open-source). An advanced ThingsBoard Professional Edition have more value-added features: Platform integrations, it means that integration with the third-party system or connecting other devices with specific payload formats directly to ThingsBoard platform - is available. ThingsBoard allows to configure multiple custom Entity Groups. You can create an entity group for the devices, assets, entity views, customers, users, dashboards and edge instances Each entity may belong to multiple groups simultaneously. Role-Based Access Control (RBAC) allows to create and grant advanced access by assigning a set of permissions. RBAC roles refer to the levels of access that users may have in a multilevel hierarchy. White labelling feature allows to configure company or product logo, domain name, and color scheme in a few clicks with zero coding efforts and no service restart required.

III. RESULTS AND ANALYSIS

Both of the products allow for the simulation of the data from devices which is really important for creating a prototype of the solution in the first stage. Since Community Edition is an open-source platform and free of charge, so everything may be achievable depending only on the skills. An advanced ThingsBoard Professional Edition have value-added features for creating real solutions with own logo and domain. The pricing for Professional Edition is very affordable, moreover just to become familiar with the advanced feature there is an opportunity to use free trial for one month.

ThingsBoard IoT Platform is a really good tool with important features for creating IoT solutions. The company also provides documentation, free educational courses, and YouTube channel which can definitely help to understand how everything works and how receive a good solution as a result yourself. IoT platforms can make life easier for developers by spending less time on creating everything from scratch.

REFERENCES

1. "Microsoft 'retires' Azure IoT Central in platform rethink" – Published by Lindsay Clark on Thu 15 Feb 2024 (URL: <https://www.theregister.com/2024/02/15>).
2. Website of ThingsBoard Platform (URL: <https://thingsboard.io/company/>)



ALONA VOROKH received the B.S. degree in information systems and technology from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2022. Currently, the author is working on obtaining the M.S. degree in information systems and technology from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. The range of scientific interests includes technologies and achievements in the field of rehabilitation medicine to create your own IoT solution.



VOLODYMYR DRUZHYNIN received the B.S. degree in Radiotechnology from Kyiv Higher Anti-Aircraft Missile Engineering School specializes in radio engineering and the Specialist degree in the Security of information and communication systems from State University of Telecommunications, Doctoral degree in Radio engineering devices and telecommunications in 2013.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДАВАЧІВ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ НАПОВНЕНОСТІ ПРИМІЩЕНЬ

Дмитро Аеров¹, Сергій Палій²

¹Студент денної форми навчання, кафедри Інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0005-2438-2554

E-mail: aerovd@fit.knu.ua

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9742-1116

Email: paliy@fit.knu.ua

***Анотація.** Зростання населення та збільшення кількості будівель призводять до збільшення споживання енергії, що робить актуальним питання енергоефективності в моніторингу приміщень через IoT-технології. На сьогоднішній день високотехнологічні рішення в автоматизації набувають все більшого значення для забезпечення комфорту та безпеки, використання систем Інтернету речей для моніторингу наповненості приміщень є надзвичайно актуальною темою. Також, враховуючи ризики надзвичайних ситуацій, де збереження життя та майна стає найважливішим завданням, енергоефективність стає критичним фактором для впровадження надійності та безпеки систем моніторингу. Робота націлена на дослідження та оптимізацію цього аспекту шляхом аналізу енергоефективності давачів, які призначені для вимірювання рівня наповненості приміщень.*

Ключові слова: Інтернет речей, енергоефективність, давачі, фіксація наповненості, автоматизація, управління енергоспоживанням.

I. ВСТУП

Започаткуємо наш огляд, висвітлюючи сутність енергоефективності як ключового фактора стратегічного розвитку. В цьому контексті дослідимо як підвищення продуктивності та ефективності моніторингу за допомогою IoT-систем може привести до зменшення споживання енергії та, відповідно, до зниження витрат на утримання приміщень у повсякденних обставинах, а також для забезпечення роботи у випадках надзвичайних ситуацій. Висвітлимо приклади стратегічного впровадження енергоефективних технологій у контексті IoT для досягнення конкурентних переваг.

II. ОПИС РІШЕННЯ

Розглянемо переваги використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі, кінетична енергія та бездротове заряджання, які можуть забезпечити стале енергопостачання для систем моніторингу. Дослідимо можливості використання енергії відновлюваних джерел, таких як гідроелектростанції, вітряні та сонячні установки для постачання енергії для систем моніторингу. Вивчимо практичні аспекти впровадження цих технологій та їх вплив на тривалість роботи пристроїв.

Спрямуємо увагу на вже існуючі енергоефективні методи передачі даних, зокрема мікроконтролери які використовують LoRaWAN, Bluetooth Low Energy та NB-IoT.

Наприклад, стандарт NB-IoT забезпечує високу енергоефективність пристроїв за рахунок значного зниження швидкості обміну даними і спрощення стека протоколів. Крім того, стандарт надає можливість пристроям передавати дані з великими часовими проміжками не втрачаючи реєстрацію в мережі. Розглянемо, як ці технології дозволяють створювати довготривалі, енергоефективні системи IoT для моніторингу. Зазначимо практичні приклади їх використання та обговоримо, як вони сприяють підвищенню продуктивності та ефективності моніторингу в реальному часі. Також необхідна оцінка різних варіантів резервного живлення, таких як акумулятори, генератори, та системи енергозбереження, для гарантії неперервного функціонування систем моніторингу в умовах аварій або відключення електроенергії. Розглянемо, як ефективність використання енергії та системи IoT можуть взаємодіяти у контексті міського планування. Аналіз включатиме в себе вигоди для міської інфраструктури, такі як оптимізація освітлення та опалення, а також зменшення витрат енергії у громадських приміщеннях. Алгоритми ШІ також можуть аналізувати дані від систем моніторингу, передбачати та адаптувати енергоспоживання в реальному часі. Звернемо увагу на важливість точності прогнозів для максимальної ефективності систем управління енергією. Використаємо алгоритми машинного навчання, такі як лінійна регресія, дерева рішень чи нейронні мережі для створення моделей прогнозування енергоспоживання на основі історичних даних та інших факторів.

Алгоритми оптимізації можуть допомагати визначити оптимальні параметри роботи систем, забезпечуючи ефективне використання енергії та зниження витрат, заздалегідь розподіливши об'єкти дослідження на кластери, що допоможе у розумінні та оптимізації енергоефективності. У контексті міського планування розглянемо можливості зменшення викидів в атмосферу та покращення якості середовища. Системи моніторингу можуть виявити енергоефективність у громадських будівлях та сприяти створенню екологічно чистих міських інфраструктур. Надано особливу увагу забезпеченню безпеки в контексті енергоефективності. Обговоримо важливість застосування заходів для захисту систем від потенційних кіберзагроз та забезпечення надійності функціонування. В завершених дослідженнях визначимо ключові висновки та рекомендації для практичної реалізації енергоефективних систем моніторингу наповненості приміщень з використанням IoT. Підкреслимо важливість партнерства між галузями, владними структурами та технологічними компаніями для успішної імплементації та розвитку цих інноваційних рішень. Зосередимося на ролі алгоритмів штучного інтелекту в оптимізації енергоспоживання та ефективності систем моніторингу. Розглянемо можливості використання алгоритмів машинного навчання для аналізу та прогнозу патернів споживання енергії. Це дозволить системам адаптуватися до змін у використанні приміщень та оптимізувати розподіл енергії в реальному часі. Розглянемо також питання впровадження алгоритмів оптимізації для забезпечення ефективного функціонування систем моніторингу. Ці алгоритми можуть допомагати визначити оптимальні параметри роботи пристроїв та інфраструктури, забезпечуючи максимальну ефективність при мінімізації витрат енергії.

У галузі використання альтернативних джерел енергії звернемо увагу на інтеграцію сучасних технологій, таких як сонячні батареї та системи кінетичної енергії, з мережами IoT. Розглянемо можливість зберігання отриманої енергії для подальшого використання в періодах низького попиту, що дозволяє оптимізувати витрати та забезпечити стає енергопостачання.

Не менш важливим аспектом є взаємодія систем моніторингу та алгоритмів оптимізації з міським середовищем та соціумом. Розглянемо, як залучення громадськості та партнерство з міськими органами може сприяти удосконаленню стратегій енергоефективності та поширенню інформації про екологічні ініціативи.

Завершимо наше дослідження, зосередившись на важливості створення інтегрованих підходів до енергоефективності, що охоплюють не тільки технічні та економічні аспекти, але

й соціокультурні та екологічні виміри. Намагаючись врахувати ці всебічні фактори, ми сподіваємося внести свій внесок у створення сталих, ефективних та екологічно чистих систем моніторингу з використанням IoT.

III. ВИСНОВКИ

Розглядаючи аспекти енергоефективності, важливо враховувати не тільки функціональність та продуктивність системи, але й її вплив на навколишнє середовище. Сучасні технології моніторингу, орієнтовані на зменшення енергоспоживання, можуть внести значний вклад у збереження природних ресурсів та зниження викидів в атмосферу.

Ключовим етапом нашого дослідження буде розгляд можливостей оптимізації систем управління енергоспоживанням. Виділимо важливі аспекти автоматизованого регулювання та розробимо стратегії, які дозволять не лише впровадити енергоефективність, але і підтримувати оптимальні умови моніторингу.

Отже, моя робота прагне розкрити комплексний підхід до проблеми енергоефективності в системах моніторингу наповненості приміщень за допомогою IoT, враховуючи стратегічні, технічні, екологічні та економічні аспекти.

ДЖЕРЕЛА

1. Мельник А. В. (2020) 'Електронна система автоматизації енергоспоживання в офісних приміщеннях', *Електронний архів КІП* [online], с. 5-48. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40176>.
2. Міхенко Я. О. (2021) Модифікований метод передачі даних в мережі Інтернету Речей', *Електронний архів КІП* [online]. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8e1cd61f-c1e2-4ed9-bb2a-a987a1639e39/content>.
3. Wuxiong Zhang, Weidong Fang, Qianqian Zhao, Xiaohong Ji, Guoqing Jia (2020) 'Energy Efficiency in Internet of Things: An Overview', *Techscience journal* [online]. URL: https://cdn.techscience.cn/uploads/attached/file/20200415/20200415090339_52662.pdf
4. Laith Farhan, Rasha Subhi Hameed, Asraa Safaa Ahmed, Ali Hussein Fadel, Waled Gheth, Laith Alzubaidi, Mohammed A. Fadhel, Muthana Al-Amidie (2021) 'Energy Efficiency for Green Internet of Things (IoT) Networks: A Survey', *MDPI journal* [online]. URL: <https://www.mdpi.com/2673-8732/1/3/17>
5. Eljona Zanaj, Giuseppe Caso, Luca De Nardis, Alireza Mohammadpour, Özgü Alay, Maria-Gabriella Di Benedetto (2021) Energy Efficiency in Short and Wide-Area IoT Technologies—A Survey', *MDPI journal* [online]. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7080/9/1/22>



ДМИТРО АЕРОВ. Студент магістратури першого курсу навчання 126 спеціальності КНУ імені Шевченка. Отримав ступінь бакалавра за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» у Київському національному університеті технологій та дизайну (Київ, Україна).



СЕРГІЙ ПАЛІЙ – к.т.н., доцент. У 2001 році отримав ступінь бакалавра, а у 2002 ступінь магістра за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна). Захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю «Інформаційні технології» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) у 2014 році. Серед наукових інтересів — Інформаційно-комунікаційні технології, інтернет речей, електронне навчання, інформаційна безпека.

ІОТ СИСТЕМА СПОВІЩЕНЬ НАСЕЛЕННЯ ПРО ЗАГРОЗИ ТА НЕБЕЗПЕКИ ВІЙСЬКОВОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Ігор Андрієнко¹, Мирослава Гладка²

Студент денної форми навчання, кафедри Програмних технологій Інтернет речей, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: igorfujitsu@gmail.com

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

***Анотація.** В роботі представлено особливості проектування та розробки інноваційного веб-сервісу із сповіщення населення про військові та техногенні загрози. Система надає персоналізовані повідомлення про якість повітря, повітряні тривоги, метеорологічні умови та інші ключові параметри, що супроводжують життя населення. З врахуванням постійних загроз для України, система використовує SMS-повідомлення для максимальної доступності користувачів. Технічними параметрами системи виступають: Node.js, Nest.js, PostgreSQL, Redis та BullMQ. Робота відзначає важливість інформування та безпеки громадян, яка стає першочерговим завданням у сучасному суспільстві.*

Ключові слова: сповіщення, IoT, якість повітря, повітряна тривога, метеорологічні дані.

I. ВСТУП

У сучасному мінливому та хаотичному світі як ніколи гостро стоїть питання забезпечення інформування та безпеки населення. Сьогодні люди зіштовхуються з різноманітними загрозами, які можуть мати військовий чи техногенний характер, або бути пов'язаними з екологічними кризами чи природними лихами. Україна, як і багато інших країн, стикається з низкою потенційних небезпек, включаючи військові конфлікти, техногенні аварії та екологічні проблеми. В умовах такої нестабільності важливо мати ефективні системи моніторингу та сповіщення, які дозволяють оперативно реагувати на загрози та забезпечувати інформованість населення. Представлене дослідження присвячене розробці та впровадженню системи сповіщення населення про потенційні загрози та небезпеки військового та техногенного характеру. Ця система є інноваційним веб-сервісом, що надає можливість моніторингу таких показників, як якість повітря, наявність повітряної тривоги, швидкість вітру, наявність ожеледиці, наближення землетрусів та інших небезпечних для життя людини показників.

II. ОПИС РІШЕННЯ

Повітряна тривога – це не лише попередження про потенційні загрози, але й можливість для населення прийняти негайні заходи для збереження життя та здоров'я. В середньому в Україні оголошується 44 тривоги різного характеру. [1] Ці дані зайвий раз підкреслюють критичність необхідності розробки все нових та нових способів інформування населення про даний вид загрози. Однією із головних переваг системи сповіщення населення про потенційні загрози є можливість налаштування персоналізованих сповіщень,

які враховують індивідуальні потреби та пріоритети користувачів. При налаштуванні сповіщень, сервіс здатний автоматично виявляти місцезнаходження користувача за його IP адресою.

Дані про оголошення небезпеки, такі як ракетний удар, загроза ударних БПЛА чи артилерійський обстріл, надаються за допомогою волонтерського проекту "Мапа Тривоги" від УкрДзен (alerts.in.ua). Щодо показників якості повітря та метеорологічних даних, вони надаються сервісом IQAir — швейцарською компанією-виробником систем очищення повітря. Сьогодні вони є операторами найбільшої у світі безкоштовної платформи інформування про якість повітря в режимі реального часу. Технологічними партнерами виступають організації: United Nations Environmental Program, UN Habitat, та Greenpeace. [2]

Сьогодні забруднення повітря є четвертим у світі фактором ризику ранньої смерті. Згідно зі звітом про глобальний стан повітря за 2020 рік, який підсумовує останні наукові дослідження забруднення повітря в усьому світі, у 2019 році 4,5 мільйона смертей були пов'язані з впливом зовнішнього забруднення повітря. [3]. Вплив забруднення повітря на організм людини різниться залежно від типу забруднювача, тривалості, рівня впливу та інших факторів, включаючи індивідуальні ризики для здоров'я людини та кумулятивний вплив багатьох забруднюючих речовин. Люди, що страждають на постійний стрес, надмірну вагу та хронічні респіраторні захворювання – можуть бути надзвичайно чутливими до хімічного стану повітря. Достатня інформованість населення про погіршення якості повітря в режимі реального часу надає можливість користувачам вживати відповідних заходів за для мінімізації ризиків та потенційної шкоди. В сервісі також доступні показники та сповіщення про температуру, атмосферний тиск, вологість, швидкість вітру та його напрямок. Розуміння погодних умов на вулиці, важливе для комфортного перебування людей на відкритому повітрі. Висока температура при високій вологості може створювати небезпеку теплового удару, тоді як низькі температури при високій вологості можуть викликати переохолодження. Хоча існують безліч веб-сайтів та додатків з погодними прогнозами, багато людей можуть не моніторити їх регулярно, особливо якщо вони проводять більшу частину дня в приміщенні. Впровадження автоматичних систем нагадувань про різкі зміни температури може бути корисним рішенням, що допоможе людям бути уважнішими до погодних умов. Такі системи можуть бути особливо корисними для батьків, які доглядають за маленькими дітьми або для опікунів літніх людей, що мають певні обмеження. У контексті проектування системи сповіщень необхідно було прийняти стратегічно важливе рішення стосовно способу оповіщення користувачів. Передбачаючи можливість енергетичної кризи в країні, було ретельно розглянуто різні методи забезпечення доступності та швидкості сповіщень. Ця проблема є особливо актуальною через постійні ракетні обстріли та атаки ударних БПЛА на критичну інфраструктуру України. Згідно з офіційним звітом ООН від 20 червня 2023 року, протягом зимової кампанії 2022-2023 років знищення енергетичної інфраструктури України військами російської федерації призвело до того, що населення України в середньому було позбавлене електроенергії та доступу до Інтернету в середньому на 5 тижнів [4]. Було прийнято рішення зробити вибір на користь SMS-повідомлень, керуючись наведеними вище причинами. Вони працюють незалежно від Інтернет-з'єднання, що робить їх надзвичайно надійними в умовах технічних перешкод. Такий підхід дозволяє забезпечити максимальне охоплення аудиторії, навіть у віддалених регіонах країни або під час перебоїв із зв'язком. У системі, що використовує підхід Passwordless, важливою є мінімізація необхідних даних про користувачів. Зокрема, виправдано обмежуватися лише номером телефону, якщо це єдиний атрибут, необхідний для ідентифікації користувача та надання доступу до системи.

Ключовими складовими архітектури “ядра” розробленої системи виступають:

1. Node.js - асинхронне event-driven середовище виконання JavaScript розроблене для створення масштабованих мережевих програм. Це є фундаментом бекенду. Використання

Node.js дозволило створити високопродуктивний та масштабований додаток який працює виключно асинхронним чином.

2. Nest.js - прогресивний фреймворк для побудови масштабованих та ефективних серверних застосунків на Node.js. Він поєднує в собі елементи об'єктно-орієнтованого, функціонального, та функціонально-реактивного програмування. Фреймворк надає структурований підхід до розробки, підтримку мови TypeScript та багато інших особливостей.

3. PostgreSQL - потужна об'єктно-реляційна база даних з відкритим вихідним кодом, яка використовує та розширює мову SQL.

4. Redis - швидка та динамічна база даних типу ключ-значення, яка часто використовується для кешування, сесійного сховища та інших завдань, де основними критеріями є швидкість та надійність.

5. BullMQ - бібліотека Node.js, яка реалізує швидку та надійну систему черг, побудовану на основі Redis. Бібліотека створена таким чином, щоб доставляти кожне повідомлення рівно один раз, але в найгіршому випадку буде доставлено принаймні один раз.

III. ВИСНОВКИ

Представлена система сповіщень – це спроба внести вагомий внесок у розвиток інформаційних технологій для захисту життя та здоров'я громадян. Вона є важливим кроком у напрямку забезпечення безпеки та інформування населення України про потенційні загрози та небезпеки. Основним напрямком розвитку сервісу є розширення кількості інтеграцій для покращення надійності та розширення спектру даних, що будуть підтримуватись системою. Найбільш очікуваними інтеграціями є дані про радіаційний фон навколишнього середовища та землетруси. Однак важливо пам'ятати, що технології є лише однією з складових системи забезпечення безпеки. Поряд з технічними інноваціями необхідно продовжувати розвивати та покращувати стратегії протидії загрозам. Тому, додаткове дослідження, тісне співробітництво з відповідними урядовими та недержавними організаціями, а також постійне вдосконалення технічних рішень, що впроваджуються, є ключовими складовими для забезпечення ефективної та комплексної системи безпеки та інформування громадян.

ДЖЕРЕЛА

1. Волонтерська ініціатива «Мапа тривоги» (2024), соціальні мережі - Режим доступу: https://twitter.com/alerts_in_ua/status/1741731232419914186
2. IQAir AG (2024), офіційний веб-сайт - Режим доступу: <https://www.iqair.com/about-iqair>
3. State of Global Air (2020) State of Global Air Report 2020, стаття, ст. 4
4. United Nations (2023) Towards a Green Transition of the Energy Sector in Ukraine, publication, стаття, ст. 11



ІГОР АНДРІЄНКО отримую ступінь бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Серед наукових інтересів — IoT система сповіщень населення про загрози та небезпеки військового та техногенного характеру.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впроваджень у провідних компаніях IT галузі.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ WI-FI КАДРІВ В ІОТ ТЕЛЕМЕТРІЇ

Ілля Бартош¹, Володимир Дружинін²

¹Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: bartoshi@fit.knu.ua

²Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5340-6237>

E-mail: volodymir.druzhynin@knu.ua

***Анотація.** Досліджено актуальність та проведено аналіз розробки системи для відновлення пошкоджених Wi-Fi кадрів в області IoT телеметрії за допомогою машинного навчання. Розглянуті причини пошкодження кадрів у бездротових мережах, зокрема в контексті сучасного росту використання бездротових пристроїв. Використано рекурентні нейронні мережі для вдосконалення процесу відновлення, в області телеметрії та IoT.*

Ключові слова: Машинне навчання, IoT, Wi-Fi, Рекурентна нейронна мережа.

I. ВСТУП

У сучасному світі зафіксовано стрімке зростання кількості бездротових пристроїв, що використовують Wi-Fi для передачі даних [1]. Збільшення кількості пошкоджень Wi-Fi кадрів у силу різних факторів, таких як перешкоди та інтерференція, призводить до втрати важливої інформації та зниження ефективності бездротових мереж. Проблема пошкоджень кадрів стає особливо актуальною у сфері Інтернету речей (IoT), де існуючі рішення можуть спричинити збільшене споживання енергії та подвійне навантаження на мережу. Дана робота присвячене застосуванню машинного навчання для відновлення пошкоджених Wi-Fi кадрів з метою покращення надійності та ефективності бездротових мереж і IoT.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Досліджено причини пошкодження Wi-Fi кадрів, зокрема виникнення колізій, фізичні перешкоди та затування сигналу [2]. Колізії виникають при одночасній передачі даних на одному каналі, спричиняючи взаємне перешкодження сигналів та пошкодження кадрів. Фізичні перешкоди, такі як стіни чи меблі, можуть впливати на сигнал та викликати помилки передачі. Затування сигналу виникає через втрату сили при передачі на відстань. Вивчення причин пошкоджень включало аналіз наукових статей, галузевих звітів та тематичних досліджень. Окрім цього, проведено аналіз методів відновлення даних, зосереджуючись на використанні машинного навчання, зокрема рекурентних нейронних мереж [3].

Застосування машинного навчання для відновлення пошкоджених Wi-Fi кадрів виявилось перспективним напрямком [4]. Рекурентні нейронні мережі (RNN) відзначаються високою ефективністю завдяки своїй "пам'яті", яка дозволяє враховувати контекст та послідовність даних (Рисунок 1).

До потенційних переваг використання рекурентних нейронних мереж належать:

- Ефективне управління ресурсами пристроїв IoT - зменшення споживання енергії та уникнення подвійного навантаження дозволяють оптимізувати роботу пристроїв IoT;
- Можливість роботи в умовах високої інтерференції - алгоритми машинного навчання ефективно працюють в умовах конфліктів та перешкод;
- Мінімізація подвійного навантаження - відновлення кадрів допомагає уникнути повторної передачі даних та зменшити навантаження на мережу;
- Гнучкість та адаптивність - моделі машинного навчання адаптуються до змін у мережі та умовах передачі даних, що робить їх гнучкими та універсальними.

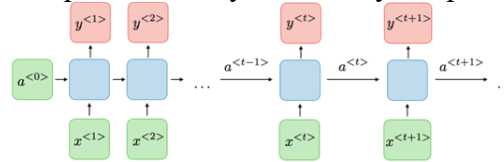


Рисунок 1. Рекурентна нейронна мережа [5]

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Використання машинного навчання для відновлення пошкоджених Wi-Fi кадрів в бездротових мережах та IoT є перспективним напрямком досліджень. Переваги цього підходу включають покращену надійність та ефективність передачі даних, а також ефективне управління ресурсами пристроїв IoT. Хоча існують виклики, з правильним підходом та адаптивними алгоритмами, можна розв'язати ці проблеми, відкриваючи нові можливості для розвитку технологій бездротового зв'язку та IoT.

ДЖЕРЕЛА

1. Vailshery, L. (2022). *IoT Connected Devices Worldwide 2019-2030*. [online] Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>.
2. ieeexplore.ieee.org. (n.d.). *Electromagnetic Interference Analysis of Industrial IoT Networks: From Legacy Systems to 5G | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore*. [online] Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9245057> [Accessed 27 Feb. 2024].
3. And Gawłowicz, K., And Gómez, P., Torres And Bellalta, J., Dressler, A., Szott, S., Kosek-Szott, K., Gawłowicz, P., Torres Gómez, J., Bellalta, B., Zubow, A., Dressler, F. and Fellow, I. (2022). Wi-Fi Meets ML: A Survey on Improving IEEE 802.11 Performance With Machine Learning. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, [online] 24(3), pp.1843–1893. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2109.04786.pdf> [Accessed 27 Feb. 2024].
4. Chen, Z., Zhang, J., Arjovsky, M. and Bottou, L. (2020). *Symplectic Recurrent Neural Networks*. [online] arXiv.org. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.13334>.
5. Amidi, A. and Amidi, S. (2019). *CS 230 - Recurrent Neural Networks Cheatsheet*. Stanford.edu. Available at: <https://stanford.edu/~shervine/teaching/cs-230/cheatsheet-recurrent-neural-networks>.



ІЛЛЯ БАРТОШ отримав ступінь бакалавра інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2023 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – машинне навчання, інтернет речей.



ВОЛОДИМИР ДРУЖИНІН отримав диплом спеціаліста за спеціальністю радіотехнічні засоби в Київському вищому зенітному ракетному інженерному училищі в 1990 році. Отримав ступінь доктор технічних наук за науковою спеціальністю радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій в 2013 році. Серед наукових інтересів – розпізнавання образів та машинне навчання, радіомоніторинг та радіочастотний менеджмент, пасивна радіолокація, сенсорні мережі.

МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ AR

Віталій Біdochка¹, Олена Сірко²

¹Магістрант, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: bidochkav@fit.knu.ua

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sirko.olena@knu.ua

***Анотація.** В публікації описано модель взаємодії користувача та розумного будинку, шляхом використання технології AR. Проведено комплексне дослідження переваг використання технології AR у системах розумного будинку. Описані обрані технології, які використовувались для написання програмного забезпечення, а також складові системи. Наведено приклад вигляду інтерфейсу мобільного додатку.*

Ключові слова: IoT, AR, розумний будинок, комп'ютерне бачення.

I. ВСТУП

Зі збільшенням розміру домогосподарства у людей може виникнути необхідність у використанні різноманітних сенсорів, пристроїв та обладнання для моніторингу різних параметрів. Проте управління та інтеграція цих пристроїв у мережу може ускладнюватися зростанням їхньої кількості, що ускладнює ефективний моніторинг їх показників та належне налаштування.

Щоб вирішити цю проблему, пропонується розробити модель управління розумним будинком, яка використовує технологію доповненої реальності (AR) разом із мобільним додатком. За допомогою цього рішення, навівши камеру смартфона на будь-який датчик можна миттєво отримати доступ до всіх відповідних даних. Можна легко перевірити налаштування, переглянути шлях підключення до головного шлюзу та спостерігати за рухом пакетів даних у режимі реального часу через зручний інтерфейс на вашому смартфоні чи планшеті.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводилося шляхом збору даних із різних джерел, зокрема наукових статей, галузевих звітів і тематичних досліджень. Проведено комплексний аналіз основних понять для реалізації системи, а саме: дослідження технології AR, AI та "комп'ютерне бачення".

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результатами дослідження стало виявлення кількох потенційних переваг використання технології AR в системах IoT для управління розумним будинком. До них належать:

- покращена візуалізація – AR накладає цифрову інформацію на фізичне середовище, пропонуючи користувачам візуально інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для взаємодії з пристроями та системами розумного будинку;
- покращені заходи безпеки – AR можна використовувати для візуалізації потенційних небезпек або порушень безпеки вдома в режимі реального часу, дозволяючи користувачам вживати проактивних заходів для їх швидкого усунення;
- оптимізований зв'язок – технологія AR забезпечує безперебійний зв'язок між користувачами та їхніми розумними домашніми пристроями, забезпечуючи швидкий і ефективний обмін даними та виконання команд;
- розширена доступність – інтерфейси доповненої реальності можна адаптувати для користувачів із різноманітними потребами, включно з особами з обмеженими можливостями чи обмеженими технічними знаннями, що робить керування розумним будинком більш інклюзивним і доступним для всіх.

Також були обрані оптимальні технології для написання ПЗ, а саме: мова програмування Python для бекенд частини і Kotlin з Android Compose для мобільного додатку. На основі всіх вище описаних досліджень та обраних технологій була розроблена IoT система, яка включає в собі: DNS-сервер, сервер сертифікації пристроїв, API, програмний продукт для ноди, фронтенд додаток, а також мобільний додаток (Рисунок 1).

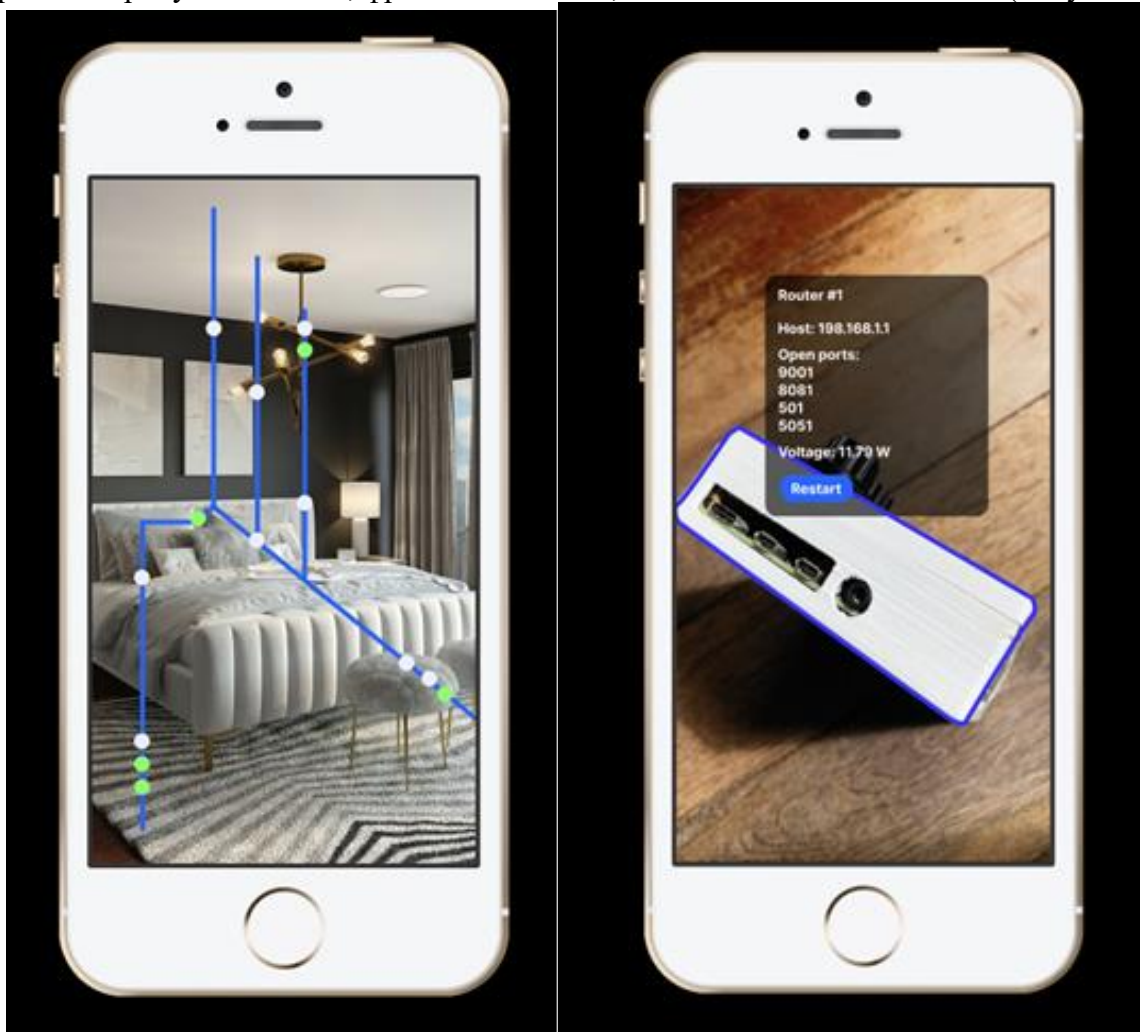


Рисунок 1. Прототип мобільного додатку

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Проведене дослідження показало, що технологія AR може надати значні переваги при використанні в системах IoT для керування розумним будинком. Результати підкреслюють, як використання AR може дати значні переваги в різних аспектах домашньої автоматизації. Використання технології доповненої реальності продемонструвало її здатність підвищувати ефективність, посилювати заходи безпеки, оптимізувати канали зв'язку та підвищувати загальний досвід користувачів у середовищі розумного будинку.

Використовуючи потужність доповненої реальності, користувачі можуть з більшою легкістю та точністю керувати своїми екосистемами Інтернету речей, дозволяючи їм оптимізувати використання ресурсів та здобувати нові навички за допомогою інтерактивного досвіду. Крім того, керовані AR інтерфейси сприяють безперебійному спілкуванню між користувачами та їхніми розумними пристроями, сприяючи більш інтуїтивно зрозумілій та чутливій парадигмі взаємодії.

Загалом, інтеграція технології AR має величезні перспективи для революції в управлінні розумним будинком, пропонуючи широкий спектр переваг, які покращують зручність використання, безпеку та загальний досвід користувача.

ДЖЕРЕЛА

1. Unleashing the Power of Data with IoT and Augmented Reality URL: <https://www.ptc.com/en/resources/iiot/white-paper/unleashing-power-data-ar-and-iiot>
2. Everything You Ever Wanted To Know About Computer Vision <https://towardsdatascience.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-computer-vision-heres-a-look-why-it-s-so-awesome-e8a58dfb641e>
3. ARCore Quick Start with Android And Kotlin URL: <https://developers.google.com/ar/develop/java/quickstart>
4. Jon P. (2017) Augmented Reality. Springer International Publishing AG 2017, 10(1), 56-122.
5. Sean M., John T. (2016) Augmented Reality : Innovative Perspectives Across Art, Industry, and Academia. Parlor Press, LLC, La Vergne, 2016, 8(1), 12-34.
6. Steve A. (2016) Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR (Usability) 1st Edition. Addison-Wesley Professional, 2(1), 10-15.



ВІТАЛІЙ БІДОЧКА отримав ступінь бакалавра інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2022 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – децентралізовані мережі, системи доповненої реальності.



ОЛЕНА СПІНКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

МЕРЕЖА РОЗУМНОГО БУДИНКУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ MESH WIFI

Олексій Воробйов¹, Юлій Бойко²

¹Здобувач освіти, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID:0000-0003-0603-7827

E-mail: boiko_julius@ukr.net

²Професор, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID:0000-0003-0603-7827

E-mail: boykoym@khnmu.edu.ua

Анотація. Розглянута концепція формування мереж за технологією розумного будинку. Описано принципи організації інформаційних мереж типу Mesh Wi-Fi. Наведено фактори які визначають ефективність проєктування мережі розумного будинку. Представлено схему взаємодії двох точок доступу. Розглянуто кроки у плануванні мережі. Описано приклад зв'язку між мережевими пристроями розумного будинку. Визначено потенційні джерела завад які створюють труднощі для розгортання мережі розумного будинку і використання пристроїв інтернету речей.

Ключові слова: Wi-Fi, Mesh, мережі, розумний будинок

I. ВСТУП

Оскільки технології розумного будинку стають дедалі досконалішими, потрібна наявність хорошої домашньої мережі. Переважна більшість смарт-пристроїв використовують Wi-Fi [1-3]. Для деяких країн є 14 каналів для Wi-Fi 2,4 ГГц, з яких лише три не перекриваються. Ситуація посилюється тим, що в кожній країні діють різні обмеження на деякі з цих каналів, внаслідок чого їх кількість скорочується до 13 у Європі і Україні. На рисунку 1 наведено розташування каналів Wi-Fi в області частот.

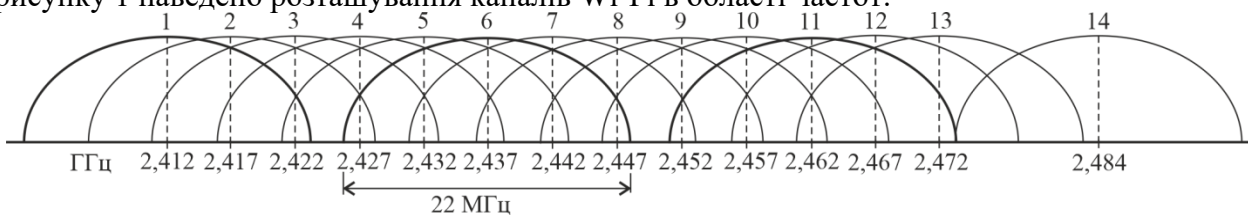


Рисунок 1. Розташування каналів Wi-Fi 2,4 ГГц в області частот

Канали Wi-Fi, що перекриваються, створюють завади один одному [4, 5]. Завади призводять до пошкодження пакетів – а це потребує їх повторного відправлення, що призводить до уповільнення роботи або затримки. Використання мережі 5 ГГц дозволяє частково позбутися цих проблем, але більшість пристроїв не підтримують Wi-Fi з частотою 5 ГГц. На рисунку 2 наведено розташування цих каналів на осі частот.

Wi-Fi має кілька проблем, але розумні будинки оснащені великою кількістю пристроїв і схема передачі по одному Wi-Fi каналу стає ускладненою, оскільки потенційно десятки пристроїв намагаються використовувати мережу одночасно [6]. Процес, що звичайно використовується для вирішення цієї ситуації, називається множинним доступом з

контролем несучої та запобіганням колізій (CSMA/CA), який, хоч і є громіздким, є причиною того, що сучасний Wi-Fi взагалі працює.

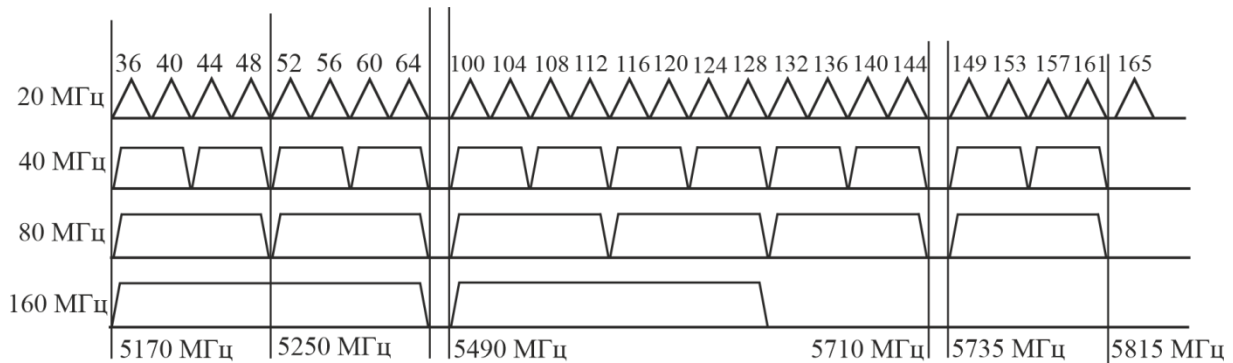


Рисунок 2. Розташування каналів Wi-Fi 5 ГГц в області частот

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Mesh мережі є актуальною темою в індустрії розумного будинку саме тому, що багато пристроїв покладаються на підключення до Wi-Fi, як показано на рисунку 3.

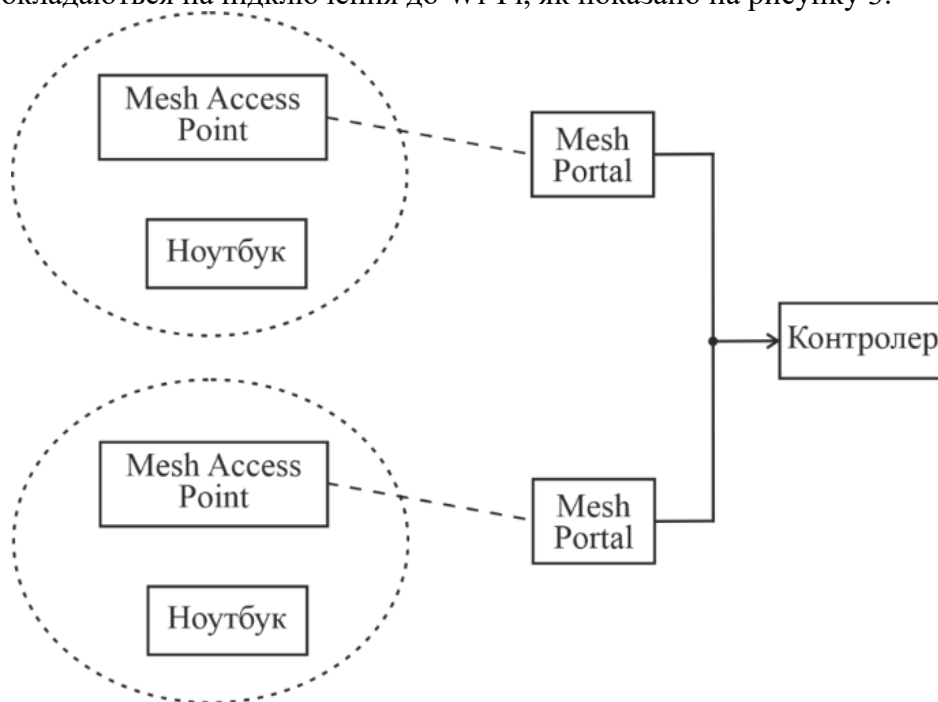


Рисунок 3. Концепція формування Mesh мережі

Mesh Wi-Fi усуває необхідність у проводі, оскільки точки доступу безпосередньо спілкуються одна з одною за допомогою бездротового зв'язку як показано на рисунку 4. Це покращує продуктивність мережі, але результат залежить від того, які завади мають місце (описано рисунками 1 та 2).

Кроки у плануванні мережі полягають у визначенні того скільки пристроїв буде підключено до мережі; наскільки важливим є високошвидкісний інтернет; чи планується використання серверу мережевого сховища (NAS); чи є поблизу мережі Wi-Fi; наскільки великий ваш будинок та на якій відстані вам потрібна мережа; скільки грошей ви готові витратити; чи підключено ваш будинок до Ethernet.

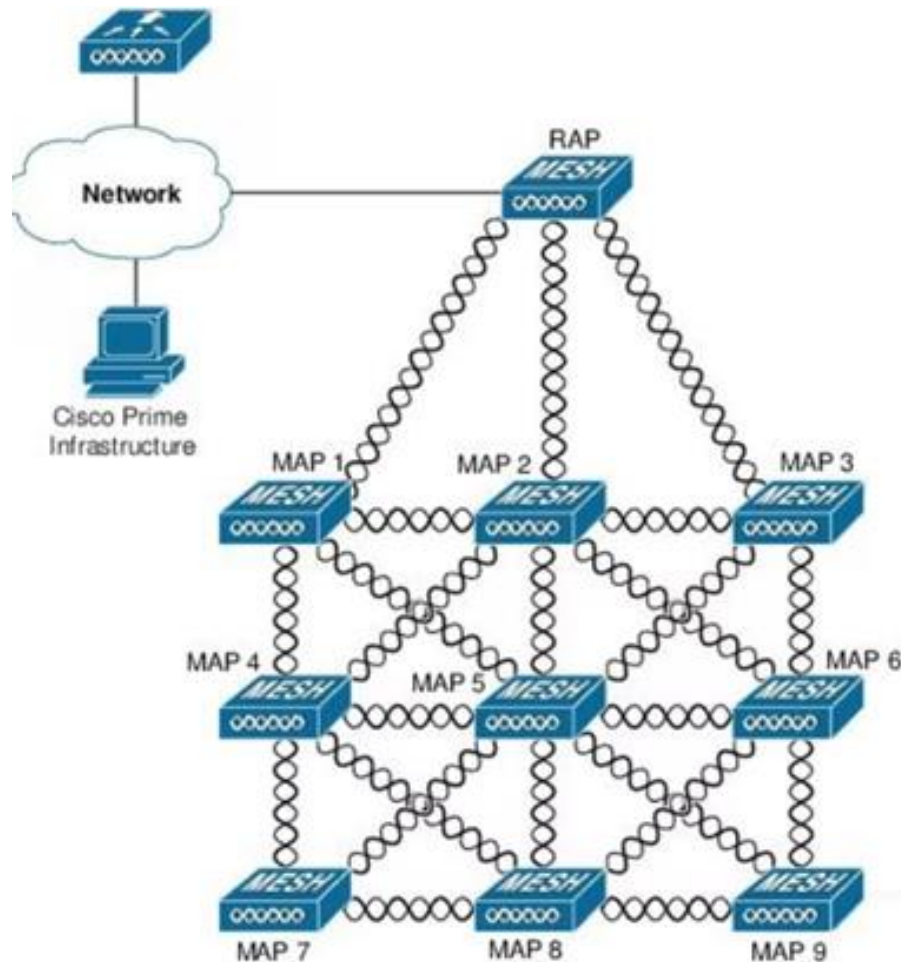


Рисунок 4. Схема організації зв'язку між мережевими пристроями розумного будинку

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Найкраще рішення - розділити потрібну область на кілька зон, що обслуговуються різними точками доступу як показано на рисунку 5 [6]. Важлива зона покриття двох точок доступу, що перекривається. Це дуже важливо, тому що в іншому випадку можна отримати мертві зони або області, в яких з'єднання обривається, якщо ви перебуваєте між двома покритими областями.

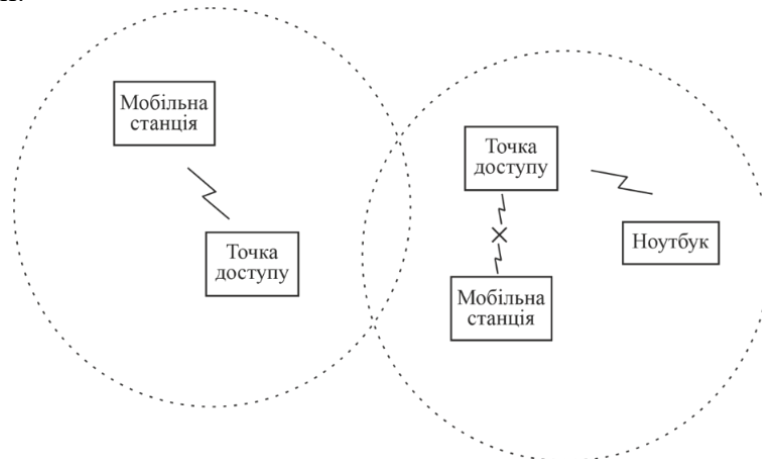


Рисунок 5. Взаємодія двох точок доступу

Обидві точки доступу повинні використовувати різні канали, що не заважають один одному.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

На основі аналізу предметної області зроблений висновок, що використання технології IoT дозволить управляти домашніми пристроями через Інтернет та налаштувати автоматизовану роботу за допомогою давачів. Це також може заощадити енергію та час. Також можна відслідковувати події, що відбуваються у будинку за допомогою автоматизованої веб-камери. Завдяки IoT можна контролювати і керувати різними пристроями і системами в будинку віддалено за допомогою веб-інтерфейсу. Також IoT-пристрої можуть бути використані для підвищення рівня безпеки в розумному будинку.

ДЖЕРЕЛА

1. Zhan, J., Zhang, Y., Chen, Y., Yang, Y. (2019). A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(5), 3973-4008.
2. Boiko, J., Pyatin, I., Eromenko, O., Karpova, L. (2024). Evaluation of the Capabilities of LDPC Codes for Network Applications in the 802.11ax Standard. *IoT Based Control Networks and Intelligent Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 789. Springer, Singapore, 369–383.
3. Tang, Z., & He, W. (2019). Internet of Things-Based Smart Home Systems: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 7, 53157-53177.
4. Zhurakovskiy, B., Nedashkivskiy, O., Klymash, M., Pliushch, O., Moshenchenko, M. (2023). Smart House Management System. *Emerging Networking in the Digital Transformation Age. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Cham, 268–283.
5. Liu, Y., Liu, J., Li, J. (2019). A Novel Smart Home Security System Based on a Dynamic Key Management Protocol. *IEEE Access*, 7, 175363-175376.
6. Boiko, J., Pyatin, I., Druzhynin, V. (2023, November). Possibilities of the MUSIC Algorithm for WI-FI Positioning According to the IEEE 802.11 ax Standard. In: *2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo)* (pp. 1-6). IEEE Press.



ОЛЕКСІЙ ВОРОБІЙОВ здобувач ступеню бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки, група TP2c-21-1, у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки в Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна), працює над кваліфікаційною роботою за темою «Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку». Серед наукових інтересів — технології розумного будинку, інтелектуальні пристрої для домашньої мережі.



ЮЛІЙ БОЙКО отримав ступінь доктора технічних наук за спеціальністю радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2015 році та вчене звання професора кафедри телекомунікацій та радіотехніки у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна) в 2018 році. Нині автор працює професором кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, факультету інформаційних технологій (Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна). Серед наукових інтересів — обробка сигналів, синхронізація, телекомунікації, кодування, електронні компоненти, діагностика.

АНАЛІЗ ЗОБРАЖЕНЬ З КАМЕР ІОТ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Юрій Гавриленко¹, Андрій Онищенко²

¹Студент, Факультет Інформаційних технологій 126, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0001-6657-8716

E-mail: yura100sqwe@gmail.com

²Професор, Факультет Інформаційних технологій 126, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-3194-1116

E-mail: onyshchenkoa@fit.knu.ua

***Анотація.** Мета роботи:* розробка та навчання штучного інтелекту для аналізу зображень.

Об'єкт дослідження: технології штучного інтелекту для аналізу зображень та його програмна реалізація. *Аналіз навченого штучного інтелекту тестовими картинками різних розмірів.* *Предмет дослідження:* технології штучного інтелекту розпізнавання тестових зображень різних розмірів.

Ключові слова: IoT, Python, TensorFlow, PyCharm, штучний інтелект, глибоке навчання, ООП, Набір даних, зображення, тестові дані.

I. ВСТУП

Аналіз зображень за допомогою штучного інтелекту є сьогодні дуже актуальною темою як для безпеки, так і для якісного аналізу зображень. Сьогодні штучний інтелект застосовується будь-де. Він застосовується для регулювання міського транспорту, легкового транспорту, для приготування, спостереження. Зростання кількості даних потребує якісного аналізу, і людина не може справитись з великим обсягом даних, іноді однотипних.

Попри високий розвиток технологій, є системи які не використовують штучний інтелект, хоча його впровадження потребує часу і тони тестових даних, але на виході ми матимемо дуже ефективний інструмент для тих задач, для яких він навчався, наприклад, аналіз зображень, створення тексту, автоматизація системи, і т.д.

Подібних рішень за допомогою штучного інтелекту на сьогоднішній день є дуже багато. Така різноманітність дозволяє користувачу обрати для себе потрібне рішення.

У цьому контексті штучний інтелект виявляється надзвичайно корисним, оскільки він може автоматизувати аналіз зображень, використовуючи різноманітні алгоритми машинного навчання та нейронні мережі. Завдяки ним можливе виявлення аномалій, розпізнавання об'єктів, що важливо для безпеки, моніторингу та управління різними процесами.

Тому ця тема є дуже актуальною і важливою для досліджень у галузі інформаційних технологій та штучного інтелекту. У даній роботі буде проведено аналіз методів та технологій аналізу зображень з камер IoT за допомогою штучного інтелекту, а також розглянуті можливі сфери їх застосування та переваги використання таких систем.

Темою роботи є «Аналіз зображень з камер IoT за допомогою штучного інтелекту». Актуальність цього рішення є високою, тому що подібних рішень на сьогодні дуже мало. Тому ця тема допоможе розвитку в цій сфері.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Сфера штучного інтелекту (ШІ) представляє собою один із перспективних напрямків сучасної технологічної революції. Штучний інтелект відіграє ключову роль у спрощенні різноманітних аспектів життя людей та розвитку різних галузей промисловості, науки. Аналіз сфери "Штучного Інтелекту" відкриває глибокий розуміння її потенціалу, викликів та перспектив.

На сьогоднішній день розвиток штучного інтелекту є дуже актуальною технологією, тому що може спрощувати завдання, наприклад проаналізувавши багато терабайтів даних. Аналіз зображень для безпеки підприємства або будинку, аналіз текстів на правопис та автоматична заміна помилок. Також об'єми даних які потрібно проаналізувати кожного дня зростають, наприклад впровадження в розумний будинок штучний інтелект, для того щоб ШІ наприклад виконував завдання нагріву будинку спираючись на цикл та температуру, яку раніше задавав власник. Розпізнавання зображень, та аналіз зображень щоб розпізнавати «Своїх» та «Чужих».

Також цей напрямок є дуже важливим в промисловості. Це дає змогу повністю автоматизувати цю галузь, або автоматизувати більшість процесів на виробництві будь-чого.

Із мінусів є те що повністю автоматизувати виробництво не важливо, можна довіряти штучному інтелекту в випадку виставлення значень в контролерах, але остаточно автономність довірити не вийде, тому що фінальне рішення приймає людина яка слідкує за цією системою, тому що штучний інтелект може працювати неправильно. Наприклад збій у виробництві може спровокувати нештатну ситуацію для штучного інтелекту, але він може працювати тільки при передбачуваних ситуаціях. Також можливе проникнення шкідливого програмного забезпечення яке негативно вплине на роботу систему та штучного інтелекту. Також можливий деякий витік конфіденційних даних. Наприклад моделі, по-перше, можуть робити дуже багато узагальнень, поєднань інформації і висновків з отриманих даних, які можуть бути недоступними для людини, що аналізує інформацію.

Наприклад, з наборів даних про поведінку людини у соцмережах та інтернеті загалом, тих же запитів до чат-ботів великих моделей, можна робити глибокі висновки щодо її психічного стану, звичок, розкладу дня тощо. Поєднання великих масивів даних та їх аналіз штучного інтелекту створюють додаткові загрози конфіденційності, які не очевидні для користувачів, бо окремо ці дані не створюють загроз. Штучний інтелект може сильно вплинути на робочі місця, та взагалі вплинути на ринок праці, наприклад можливе різке зменшення професій пов'язаних з виробництвом або видобутком ресурсів.

Методами дослідження є аналіз та порівняння аналогічних систем аналізу штучного інтелекту, їхні особливості, наприклад модель яка використовується її помилки, її результативність.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Метою дослідження є створення штучного інтелекту для аналізу зображень, що дозволить отримати модель для оцінки ефективності використання такої системи.

Об'єктом дослідження є використання штучного інтелекту для аналізу зображень наприклад з камер, або моніторів, різних систем, оцінка зображень штучним інтелектом та подальший її аналіз.

Предметом дослідження є аналіз зображень штучного інтелекту, що покращить ефективність роботи відділу безпеки та зробить ситуацію для працівників більш комфортним і зрозумілою.

Спочатку потрібно проаналізувати вже готові рішення з аналізу, також якщо є така можливість переглянути якою моделлю користується аналог, потім створити програмну на

основі вже переглянутих аналогів та створити свій продукт, для цього потрібно створити програму для імітації зображень. Наприклад програма для створення скріншотів, потім обрати мову програмування, програмне середовище, бібліотеки для створення моделі штучного інтелекту та його навчання і тестування. Програмним середовищем буде PyCharm. PyCharm – це API для програмування на мові Python. Бібліотека буде використовуватись TensorFlow, Keras та набір даних з об'єктом який хочете аналізувати, модель ResNet. ResNet – це Глибоке навчання для розпізнавання зображень. На виході повинна вийти модель яка здатна аналізувати зображення кімнат, або приміщень, для безпеки приміщення. Також модель яка може інтегруватися в камери або загальну систему, завдання якої буде спостереження за приміщенням, розпізнавання будь-якого руху в приміщенні.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Отже було розглянуто та проаналізовано, як теоретично працює штучний інтелект, як мова програмування може вплинути на створення штучного інтелекту, підбір бібліотек для створення штучного інтелекту для аналізу зображень, завантаження правильних даних для коректної роботи моделі, розглянули мінуси цієї технології, також було проаналізовано принцип навчання, тестування, роботи та аналізу зображень штучним інтелектом.

ДЖЕРЕЛА

1. Тренди штучного інтелекту, та які етичні загрози може нести. Див. на сайті URL: <https://speka.media/trendi-si-yaki-etichni-zagrozi-nese-vikoristannya-stucnogo-intelektu-v4q3wp>
2. Python Crash Course 3rd Edition, книжка \ Eric Matthes; full-time author in Alaska, 2022; 19 – 21 ст. URL: <https://nostarch.com/python-crash-course-3rd-edition>
3. Моделі комп'ютерного зору TensorFlow, його класифікація зображень. Див. на сайті URL: <https://github.com/tensorflow/models/tree/master/official#image-classification>
4. Офіційний сайт TensorFlow Models & datasets. Див. на сайті URL: <https://www.tensorflow.org/resources/models-datasets>
5. Класифікація зображень за допомогою моделі ResNet, ResNet-RS. Див. на сайті URL: https://github.com/tensorflow/models/blob/master/official/vision/MODEL_GARDEN.md



ЮРІЙ ГАВРИЛЕНКО отримує ступінь бакалавра, в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна), період отримання (2020 - 2024). Серед інтересів – вивчення штучного інтелекту та різних методів його навчання.



АНДРІЙ ОНИЩЕНКО закінчив Полтавський державний педагогічний університет імені В.Г. Короленка (Полтава, Україна). Працював у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, асистентом, старшим викладачем, доцентом (2003-2008). В національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут», доцентом (2011 - 2014). В Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, докторантом (2008-2011). Нині працює професором в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

ІОТ СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА СЕЗОННОГО КОНТРОЛЮ ДИНАМІКИ РОСТУ ТЕПЛИЧНИХ РОСЛИН

Антон Галай¹, Володимир Дружинін²

¹Студент 4-го курсу, факультету інформаційних технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0009-1676-9037

E-mail: gal07072003@gmail.com

²В.о завідувача кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-5340-6237

E-mail: volodymirdruzhynin68gmail.com

***Анотація.** Доповідь присвячена застосуванню IoT та комп'ютерного зору для моніторингу росту рослин у теплицях. Розглянуті методи реалізації та їхні переваги. Аналіз вказує на підвищення продуктивності, ефективне використання ресурсів та автоматизацію процесів як ключові результати впровадження подібних систем.*

Ключові слова: IoT, комп'ютерний зір, рост рослин, методи реалізації, ефективність.

I. ВСТУП

За останні десятиліття спостерігається стрімкий розвиток технологій, спрямованих на оптимізацію сільського господарства та підвищення його продуктивності. Одним із ключових напрямків у цьому контексті є використання систем Інтернету речей (IoT) для моніторингу та контролю процесів вирощування рослин. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва важливою задачею є ефективний контроль за динамікою росту тепличних рослин на різних етапах їхнього життєвого циклу. Це дозволяє своєчасно виявляти можливі проблеми та забезпечувати оптимальні умови для зростання і розвитку рослин, що впливає на якість та кількість отриманого врожаю. У зв'язку з цим, наукова спільнота активно досліджує можливості використання IoT систем для автоматизації процесу моніторингу та сезонного контролю динаміки росту тепличних культур. Це дозволяє забезпечити точність, швидкість та об'єктивність у зборі та аналізі даних, що є вирішальними факторами для прийняття раціональних управлінських рішень у галузі сільського господарства.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

На разі можна розглядати три основні методи реалізації подібної системи:

- **Сенсорні мережі з бездротовим зв'язком:** Використання мережі сенсорів, розташованих у теплиці, які збирають дані про вологість ґрунту, температуру, вологість повітря, освітленість тощо. Ці дані передаються через бездротові канали зв'язку на центральний сервер для аналізу.
- **Використання комп'ютерного зору та машинного навчання:** Зображення рослин у теплиці можуть бути аналізовані за допомогою комп'ютерного зору для визначення стадії росту, патологічних ознак або впливу зовнішніх факторів. Методи машинного навчання можуть бути використані для автоматичного визначення характеристик росту та виявлення аномалій.

- **Інтеграція зі сховищами даних та аналітичними платформами:** Збір та агрегація даних з сенсорів та інших джерел у сховище даних, після чого використання аналітичних платформ для виявлення кореляцій між різними параметрами росту рослин та для надання рекомендацій щодо оптимізації умов вирощування.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Для аналізу візьмемо найперспективніший метод, на мою думку «Використання комп'ютерного зору та машинного навчання»

Аналіз використання комп'ютерного зору та машинного навчання:

- **Розвиток технологій:** Використання комп'ютерного зору та машинного навчання в системах моніторингу росту рослин є важливим етапом у розвитку сільського господарства. Ці технології дозволяють автоматизувати процеси аналізу та контролю, що покращує ефективність виробництва та зменшує затрати на працю.
- **Точність та швидкість:** Комп'ютерний зір може аналізувати великий обсяг даних зображень рослин у короткий час, що дозволяє швидко виявляти зміни у їхньому стані та реагувати на них. Машинне навчання дозволяє покращити точність аналізу, навчаючи моделі розпізнавати різні стадії росту та патології з великою точністю.
- **Масштабованість та гнучкість:** Системи, що базуються на комп'ютерному зорі та машинному навчанні, можуть бути легко масштабовані для використання в різних ситуаціях та умовах вирощування рослин. Вони можуть адаптуватися до різноманітних видів та сортів рослин, а також до різних типів теплиць чи умов вирощування.
- **Вимоги до ресурсів:** Хоча використання комп'ютерного зору та машинного навчання вимагає наявності потужних обчислювальних ресурсів, зазвичай це може бути забезпечено за допомогою сучасних комп'ютерів або хмарних сервісів. Однак, важливо враховувати витрати на обладнання та програмне забезпечення при плануванні впровадження таких систем.
- **Підтримка та розвиток:** Для ефективного використання систем, заснованих на комп'ютерному зорі та машинному навчанні, необхідна постійна підтримка та розвиток. Це включає в себе постійне оновлення моделей машинного навчання, вдосконалення алгоритмів аналізу та підтримку користувачів у використанні системи.

Подібна система, яка використовує комп'ютерний зір та машинне навчання для моніторингу росту рослин у теплицях, може мати ряд значних результатів у своїй роботі:

- **Підвищення продуктивності:** Шляхом надання точної та своєчасної інформації про стан рослин, система допоможе оптимізувати умови вирощування, що може призвести до підвищення врожайності та якості продукції.
- **Ефективне використання ресурсів:** Завдяки точному моніторингу вологості, освітленості та інших параметрів середовища вирощування, система дозволить зменшити споживання води, енергії та інших ресурсів, що зробить процес вирощування більш економічно ефективним.
- **Раннє виявлення проблем:** Система може швидко виявляти патологічні ознаки, хвороби або стресові стани у рослин, що дозволить оперативно реагувати на них та запобігати поширенню захворювань чи втраті врожаю.

- Автоматизація процесів: Застосування комп'ютерного зору та машинного навчання дозволяє автоматизувати багато процесів моніторингу та аналізу, звільняючи час фермерів та операторів для виконання інших важливих завдань.
- Покращення прийняття рішень: Зібрані дані та аналіз, проведений системою, можуть стати цінними джерелами інформації для прийняття рішень щодо оптимізації вирощування, вибору сортів рослин та управління процесами у теплицях.

Ці результати сприятимуть підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва та розвитку стійких та екологічно чистих методів вирощування рослин.

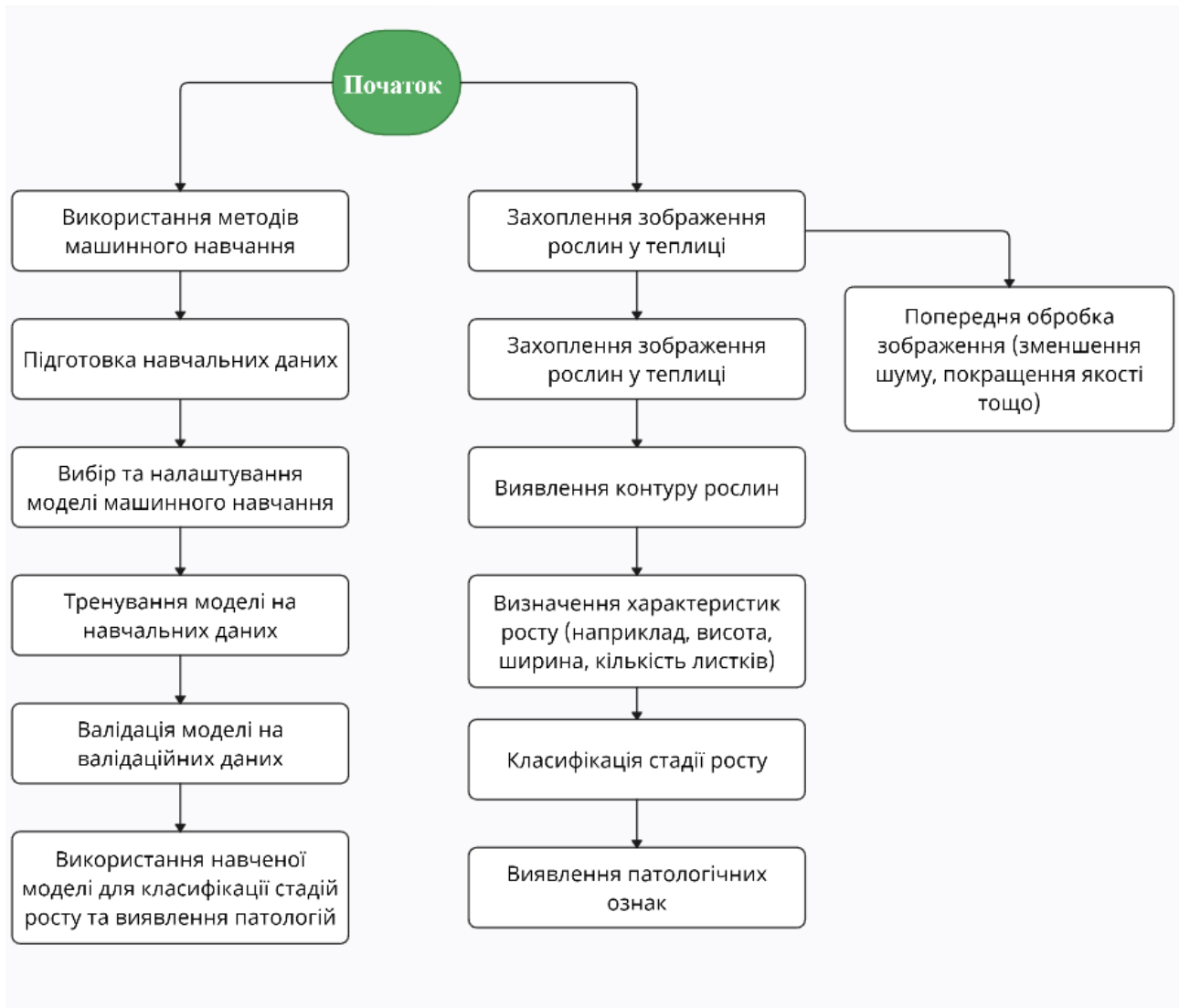


Рисунок 1. Блок-схема

ВИСНОВКИ

В розглянутому прикладі використання комп'ютерного зору та машинного навчання для моніторингу росту рослин у теплицях можна зазначити, що ця система відкриває широкі можливості для покращення сільськогосподарського виробництва. Блок-схема реалізації дозволяє зрозуміти послідовність процесів та виявити ключові етапи використання

комп'ютерного зору та машинного навчання. Аналіз показав, що такий підхід може забезпечити високу точність та швидкість аналізу, ефективне використання ресурсів та забезпечити автоматизацію процесів у сільському господарстві.

1. Використання комп'ютерного зору та машинного навчання у сільському господарстві може значно підвищити ефективність та продуктивність вирощування рослин у теплицях.
2. Реалізація подібної системи вимагає ретельного планування та налагодження, але може призвести до значних економічних та екологічних переваг для сільськогосподарського сектору.
3. Технології комп'ютерного зору та машинного навчання мають потенціал стати ключовими інструментами для забезпечення стійкого та ефективного сільськогосподарського виробництва в майбутньому.

ПОДЯКИ

Подяку висловлюю колективу кафедри Інформаційних систем та технологій ФІТ КНУ ім. Тараса Шевченка

ДЖЕРЕЛА

1. Система моніторингу CGMS URL: https://uhmi.org.ua/html_cgms/aboutCGMS.html
2. Інтелектуальне тепличне господарство на основі Інтернету речей - R. Rayhana, G. Xiao and Z. Liu, IEEE J. Radio Freq. Identif., no.4, pp 195–211, 2020.
3. Модель на основі Інтернету речей для моніторингу росту рослин у теплицях URL: https://www.researchgate.net/publication/371334681_An_IoT-Based_Model_for_Monitoring_Plant_Growth_in_Greenhouses
4. Моніторинг та автоматизація теплиць за допомогою arduino: огляд точного землеробства та Інтернету речей (IoT) URL: Ardiansaha, N. Bafdalb, E. Suryadib, and A. Bonoc, Int J Adv Sci Eng Inform Technol, vol. 10, no.2, pp.703–70, 2020
5. Розвиток штучного інтелекту в сільському господарстві в таких програмах, як аналітика дронів, точне землеробство та сільськогосподарські роботи URL: <https://www.futurefarming.com/smart-farming/ai-in-agriculture-market-worth-4-7-billion-in-2028/>



АНТОН ГАЛАЙ навчаюся в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — IoT система моніторингу та сезонного контролю динаміки росту тепличних рослин



ВОЛОДИМИР ДРУЖИНИН отримав ступінь доктора технічних наук у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2013 році. Серед наукових інтересів - методи і засоби машинного навчання, сенсорні мережі, багатопозиційна радіолокація, радіомоніторинг і радіочастотний менеджмент.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ НА ПЕВНІЙ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ ІОТ

Данило Ганік¹, Олена Сіпко²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: hanikd@fit.knu.ua

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sipko.olena@knu.ua

***Анотація.** Дана робота присвячена розробці та впровадженню системи моніторингу місцезнаходження з використанням технологій Інтернету речей (IoT). Застосовано розумні датчики та засоби збору даних для підвищення точності та ефективності моніторингу на визначеній місцевості. Отримані результати дозволяють зробити висновки щодо оптимізації процесу відстеження місцезнаходження.*

Ключові слова: моніторинг, місцезнаходження, IoT, датчики, ефективність.

I. ВСТУП

Сучасний період характеризується стрімким розвитком технологій та високим попитом на інноваційні рішення. Серед важливих напрямків розвитку вирізняється інтеграція технологій Інтернету речей (IoT), яка відкриває широкі можливості для вирішення різноманітних завдань, зокрема підвищення ефективності моніторингу місцезнаходження на обмежених територіях.

Метою даного дослідження є створення та реалізація системи моніторингу місцезнаходження з використанням IoT-технологій. Наш підхід базується на застосуванні розумних датчиків, спрямованих на покращення точності та ефективності визначення місця розташування об'єктів.

Дослідження також ставить за мету розгляд специфічних аспектів та викликів, що виникають при впровадженні системи IoT для моніторингу місцезнаходження. Одержані результати відображають новаторський підхід до вирішення завдань моніторингу та відстеження, сприяючи підвищенню точності та достовірності зібраних даних.

В подальших розділах статті буде розкрито аналіз сучасних тенденцій в галузі IoT, розроблено архітектуру системи моніторингу та представлено результати досліджень, що ілюструють досягнуті покращення в ефективності місцезнаходження на визначеній місцевості.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для досягнення цілей дослідження щодо підвищення ефективності моніторингу місцезнаходження на визначеній місцевості за допомогою засобів IoT, ми використовуємо конкретний набір даних та методи аналізу.

Дані:

1. Дані місцезнаходження: Збір даних про точне місцезнаходження об'єктів за допомогою GPS-модулів та інших сучасних геопозиційних технологій.
2. Дані з IoT-датчиків: Використання розумних датчиків, які можуть забезпечити не лише географічні координати, але й додаткові параметри, такі як температура, вологість та інші важливі величини.

Методи:

1. Аналіз та обробка даних: Використання математичних методів та статистичного аналізу для обробки отриманих відомостей про місцезнаходження та зв'язані параметри.
2. Машинне навчання: Застосування алгоритмів машинного навчання для вдосконалення точності передбачення та оптимізації системи моніторингу.
3. Інтеграція з картографічним сервісом: Впровадження взаємодії з картографічними сервісами для зручного відображення та аналізу результатів моніторингу на карті.

Зазначені дані та методи дозволяють нам не лише зібрати інформацію про місцезнаходження, але й ретельно проаналізувати ці дані, застосовуючи сучасні методи обробки та використовуючи потужності IoT для забезпечення високої ефективності системи моніторингу.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

У даному розділі представлені отримані результати дослідження та їх аналіз. Всі використані дані та методи детально розглянуті для досягнення поставлених цілей дослідження щодо підвищення ефективності моніторингу місцезнаходження на визначеній місцевості за допомогою засобів IoT.

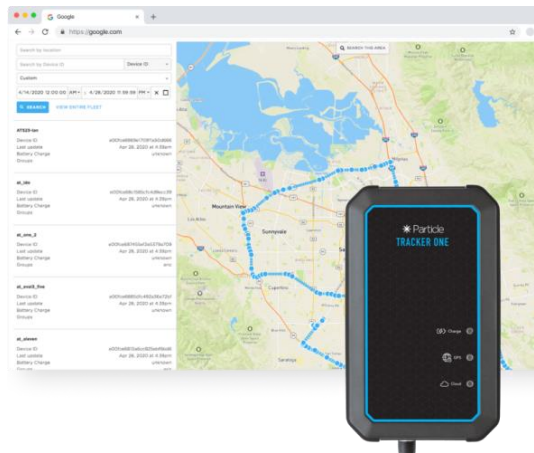


Рисунок 1. Прототип додатку для знаходження трекару

Результати:

1. Точність визначення місцезнаходження: Проведено оцінку точності визначення місцезнаходження об'єктів за допомогою GPS-модулів та інших геопозиційних технологій. Отримані дані свідчать про підвищену точність з використанням IoT-засобів порівняно із традиційними методами.

2. Використання додаткових параметрів від IoT-датчиків: Дані з розумних датчиків, таких як температура, вологість, були використані для забезпечення додаткової інформації про оточуюче середовище. Це дозволило створити комплексний підхід до моніторингу.

Аналіз:

1. Ефективність системи моніторингу: На основі отриманих результатів можна зробити висновок про покращення ефективності системи моніторингу з використанням IoT-технологій. Точність та повнота зібраних даних дозволяють отримувати більш вичерпну картину місцезнаходження об'єктів.

2. Вплив додаткових параметрів: Використання додаткових параметрів від IoT-датчиків значно розширило можливості аналізу. Наприклад, врахування показників температури та вологості може бути корисним при визначенні оптимальних умов для об'єктів.

Цей розділ підкреслює ключові результати дослідження та вказує на їхню важливість у контексті підвищення ефективності системи моніторингу місцезнаходження.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У даній роботі ми використовували конкретний набір даних та ряд методів для досягнення поставлених цілей щодо підвищення ефективності моніторингу місцезнаходження на визначеній місцевості засобами IoT.

Дані:

1. GPS-координати: Забезпечують точне визначення місцезнаходження об'єктів на досліджуваній території.

2. Дані з IoT-датчиків: Враховують додаткові параметри, такі як температура, вологість, що дозволяє отримати комплексну інформацію про оточуючий середовища.

Методи:

1. Аналіз та обробка даних: Застосовано математичні та статистичні методи для ретельного аналізу інформації та виявлення закономірностей у зібраних даних.

2. Машинне навчання: Використано алгоритми машинного навчання для покращення точності передбачення місцезнаходження об'єктів та адаптації системи до змінних умов.

3. Інтеграція з картографічним сервісом: Впроваджено взаємодію з картографічними сервісами для наглядного відображення результатів та подальшого зручного аналізу.

Обговорення отриманих результатів свідчить про успішність використаних методів та відповідність поставленим цілям. За допомогою IoT-технологій вдалося досягти покращення якості моніторингу, що важливо для вирішення завдань у реальному часі. Загальні висновки вказують на важливість інтеграції сучасних технологій для оптимізації систем моніторингу та вказують на перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

ДЖЕРЕЛА

1. Дослідження точності місцевизначення з використанням GPS: навч. посіб. / О.В. Андрєєв, М.О. Білоцький; Державний університет «Житомир. Політехніка», 2019. – 132-133 с.

2. Продуктивні обчислення та методи: веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8115338> (дата звернення: 25.02.2024)

3. Різні типи датчиків Інтернету речей: веб-сайт. URL: <https://www.mokosmart.com/uk/internet-of-things-sensors/> (дата звернення 25.02.2024)



ДАНИЛО ГАНІК Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році.



ОЛЕНА СПІКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У ЖИТЛОВОМУ ПРИМІЩЕННІ

Максим Гончар¹, Володимир Дружинін²

¹Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
E-mail: honcharm@fit.knu.ua

²Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-5340-6237
E-mail: volodymir.druzhynin@knu.ua

***Анотація.** У цій роботі розглядається розробка системи контролю температури у житловому приміщенні з використанням IoT технологій. Запропоновано програмне забезпечення для збору, аналізу та управління даними про температуру з метою оптимізації комфортного клімату в приміщенні.*

Ключові слова: IoT, системи контролю, системи контролю температури, системи житлового приміщення, розробка ПЗ.

I. ВСТУП

Сьогоднішні реалії вимагають постійного розвитку технологій для забезпечення комфорту та ефективності у житті. Одним із важливих аспектів є контроль температури у житлових приміщеннях. Поява Інтернету речей (IoT) відкриває безліч можливостей для реалізації ефективних систем контролю температури.

У даній роботі досліджується процес розробки такої системи, спрямованої на забезпечення зручності та енергоефективності.

Проаналізовано існуючі підходи до контролю температури та запропоновано власне програмне забезпечення, спроектоване для збору, аналізу та оптимізації даних про температуру у житлових приміщеннях.

Реалізація даної системи сприятиме забезпеченню комфортних умов проживання, а також ефективному використанню енергоресурсів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для розробки системи контролю температури у житловому приміщенні було використано наступні дані та методи:

- Датчики температури: застосування датчиків температури, здатних вимірювати температуру в різних зонах приміщення, є основним методом збору даних.
- IoT технології: використання Інтернету речей дозволяє збирати дані з датчиків та передавати їх на центральний сервер для подальшого аналізу та управління.
- Аналіз даних: проведено аналіз отриманих даних про температуру з метою виявлення паттернів і тенденцій, які можуть бути використані для оптимізації системи контролю температури.

- Розробка програмного забезпечення: розроблено програмне забезпечення для обробки та аналізу даних, а також для керування системою контролю температури з використанням зібраних даних.

Ці методи дозволили розробити ефективну систему контролю температури, яка забезпечує комфортні умови проживання у житловому приміщенні.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результати дослідження показали ефективність розробленої системи контролю температури у житловому приміщенні.

Зокрема:

- Комфортні умови: система забезпечує стабільні та комфортні умови температури в приміщенні, реагуючи на зміни та оптимізуючи роботу опалювальних систем.
- Енергоефективність: аналіз даних показав, що завдяки автоматичному регулюванню температури відповідно до режиму дня та активності мешканців, енергоспоживання було зменшено без втрати комфорту.
- Реал-тайм моніторинг: система надає можливість реал-тайм моніторингу температурних показників, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни та управляти системою віддалено.
- Аналіз даних для оптимізації: проведений аналіз даних про температуру дозволяє виявляти тенденції та паттерни, що допомагають удосконалити роботу системи та забезпечити максимальний комфорт при мінімальному споживанні енергії.
- Інтеграція з іншими системами: система контролю температури може бути інтегрована з іншими системами автоматизації будинку, такими як системи освітлення, безпеки або розумного енергоменеджменту. Це дозволить забезпечити комплексне керування усіма аспектами житлового приміщення.
- Система сповіщень та нагадувань: додатково до контролю температури, можна розробити систему сповіщень та нагадувань, яка буде повідомляти мешканців про важливі події, такі як зміна температури поза заданим діапазоном або потреба у технічному обслуговуванні опалювальних систем.

Система контролю температури виявилася ефективним рішенням для забезпечення комфортних умов у житлових приміщеннях, а також для зменшення енергоспоживання та оптимізації управління енергоресурсами.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розроблена система контролю температури у житловому приміщенні на основі IoT технологій виявилася ефективним інструментом для забезпечення комфорту та енергоефективності.

Ключові аспекти цієї системи:

- Технологічна перевага: використання IoT дозволяє збирати та аналізувати дані про температуру в реальному часі, що робить систему більш гнучкою та ефективною порівняно з традиційними методами контролю.
- Комфорт та енергоефективність: система забезпечує не лише комфортні умови для мешканців, але й зменшує споживання енергії завдяки оптимізації роботи опалювальних систем.
- Можливість розширення та адаптації: завдяки модулярності та масштабованості, система може бути легко розширена та адаптована до різних типів житлових приміщень та умов.

- **Екологічність:** зменшення споживання енергії допомагає знизити викиди в атмосферу, що відповідає сучасним екологічним вимогам.

Отже, розроблена система контролю температури є перспективним напрямком для покращення якості життя та зменшення негативного впливу на довкілля. Враховуючи постійний розвиток технологій IoT, такі системи можуть стати стандартом для сучасних будівель у майбутньому.

ДЖЕРЕЛА

1. Zongjiang Liu, Wei Xu, Zhong Li (2021) Research on heating performance of heating radiator at low temperature. Journal of building engineering
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220336482>
2. Mięczyślaw Henryk Dzierzgowski (2021) Verification and improving the heat transfer model in radiators in the wide change operating parameters. Warsaw university of technology
<https://is.pw.edu.pl/en/verification-and-improving-the-heat-transfer-model-in-radiators-in-the-wide-change-operating-parameters/>
3. Ananto Acharya, Robin Koirala, Shuvash Khanal and Bivek Baral (2022) Comparative analysis of radiant and radiator heating system for a residential building. IOP conference series: materials science and engineering
4. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1279/1/012001/meta>



МАКСИМ ГОНЧАР отримав повну загальну середню освіту і претендує на ступінь бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — системи інтернету речей та розробка програмних застосунків.



ВОЛОДИМИР ДРУЖИНИН отримав ступінь доктора технічних наук у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2013 році. Серед наукових інтересів - методи і засоби машинного навчання, сенсорні мережі, багатопозиційна радіолокація, радіомоніторинг і радіочастотний менеджмент.

ІОТ-СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Владислав Жильніков¹

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
E-mail: zhylnikovv@fit.knu.ua

***Анотація.** У тезах запропонована концепція побудови системи інтернету речей для безперервного вимірювання та регулювання вологості повітря на виробничих майданчиках підприємств. Описано архітектуру системи на основі мережі сенсорів, хмарних обчислень та механізмів керування. Наведено результати моделювання ефективності запропонованого підходу. Показано, що впровадження системи дозволить оптимізувати мікроклімат у цехах та підвищити продуктивність праці.*

Ключові слова: ІоТ-система, промислове підприємство, регулювання вологості, сенсори, хмарні обчислення.

I. ВСТУП

Підтримання оптимальних параметрів мікроклімату на виробничих підприємствах є важливим завданням для забезпечення ефективної роботи персоналу та безперебійного функціонування технологічного обладнання. Одним з ключових параметрів мікроклімату є вологість повітря. Надлишкова вологість може призводити до конденсації вологи, дискомфорту персоналу та виходу з ладу електроніки, недостатня - спричиняти пересихання слизових оболонок у працівників.

Оскільки на промислових підприємствах часто виникають проблеми із ефективною регуляцією вологості повітря, виникає потреба у системі, яка б дозволила зручно проводити моніторинг і контролювати вологість повітря. Моніторинг вологості на основі ІоТ ефективно знижує витрати людських ресурсів на контроль вологості. У доповіді запропонована концепція ІоТ-системи для безперервного моніторингу та підтримання оптимального рівня вологості повітря на виробництві на основі сенсорів, хмарних обчислень та автоматичних механізмів регулювання. Реалізація такої системи дозволить підвищити ефективність виробничих процесів та комфорт праці персоналу.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Технологією реалізації системи є технологія бездротової передачі даних ZigBee — бездротовий стандарт передачі даних. Мережі ZigBee є мережами із самоорганізуванням та самовідновленням, оскільки ZigBee-пристрої після вмикання живлення, завдяки вбудованому програмному забезпеченню, «вміють» самі знаходити один одного й формувати мережу, а у разі виходу з ладу якогось з вузлів, можуть встановлювати нові маршрути для передачі повідомлень. Мережа ZigBee з комірчастою топологією (mesh-мережа) має свій стек комунікаційних протоколів IEEE 802.15.4 / ZigBee, який не підтримує міжмережвий протокол IP. Обчислювальна мережа предметів на основі стека ZigBee для взаємодії із зовнішніми пристроями, розташованими в IP-мережі, підключена до мережі Інтернет через спеціалізований IP-шлюз Gateway ZigBee.

ZigBee 3.0 - це бездротова мережа з низьким енергоспоживанням і низькою швидкістю передачі даних, яку використовують в основному в промислових умовах. Альянс Zigbee навіть створив універсальну мову для Інтернету речей - Dotdot, яка дозволяє інтелектуальним об'єктам безпечно працювати в будь-якій мережі та легко розуміти один одного. Це один з найбільш часто використовуваних стандартів в IoT, призначений для зв'язку в розумних будинках, пультах дистанційного керування та системи охорони здоров'я. ZigBee Pro пропонує більше можливостей, включаючи безпеку з використанням обміну симетричними ключами, масштабованість з використанням стохастичного призначення адрес та стандартно високої якості завдяки ефективному багато-до-одного механізму маршрутизації. Мережа працює на частоті 2,4 ГГц, радіус дії 10-100м зі швидкістю передачі даних: 250 кбіт / с.

Проаналізувавши апаратні та програмні особливості технології бездротової передачі даних ZigBee та врахувавши концепцію виконання апаратної частини, можна зробити висновок, що ця технологія буде ефективною у разі її використання в інформаційній системі регулювання вологості повітря на основі технології «Інтернет речей».

Схема системи складається з таких компонентів:

1. Сенсори вимірювання, допоміжні пристрої — це елементи, які відповідають за збирання інформації про навколишнє середовище та, насамперед, перетворення їх у цифрові дані і, тим самим, наповнюють обчислювальне середовище важливою інформацією. Наприклад, для отримання значення температури навколишнього середовища використовують сенсор DHT22/AM2302 (SHT11, HT15 Arduino), для вимірювання вологості — сенсор DHT11/22. Допоміжними елементами є, наприклад, Wi-Fi-модуль NodeMcu (V0.9 або V1.0) для можливості підключення сенсорів до мережі Інтернет.
2. IoT-пристрої — це елементи, які автоматизують процес збирання інформації з сенсорів вимірювання та надають можливість управління ними (наприклад, через оновлення драйверів). Передавання отриманих із сенсорів даних спостережень на центральний маршрутизатор (роутер) запропоновано здійснювати через мережу Wi-Fi з використанням протоколу CoAP.
3. Центральний маршрутизатор. Створюючи апаратні конструкції для «Інтернету речей», доцільно скористатися наявними серверними технологіями, і, що дуже важливо, хмарними службами. Однак, якщо придивитися, наприклад, до процедури відправлення показників якогось датчика з плати, що відрізняється низьким енергоспоживанням, стає очевидно необхідність включення в схему взаємодії «пристрою-сервера» додаткового апаратного елемента, що забезпечує надійний й економічно обґрунтований зв'язок IoT-пристроїв із зовнішнім світом — так званого IoT-шлюзу. Одна з основних переваг використання IoT-шлюзів — це можливість агрегації даних, що надходять від інших пристроїв. Об'єднання безлічі таких пристроїв за допомогою IoT-шлюзу дає можливість організувати ефективно збирання їх даних, дозволяє їм вирішувати виключно ті завдання, на які вони розраховані.
4. Серверна частина інформаційної системи призначена для отримання, зберігання, валідації, захисту, аналітичної обробки, прогнозування та візуалізації систематизованої інформації щодо стану повітря в приміщеннях промислового підприємства.
5. Клієнтська частина. Запропоновано застосування веб-сайту, який розміщений у серверній частині, як клієнтської частини системи. Таким чином доступ користувачів до системи буде можливий з будь-якого ПК чи ноутбука/нетбука, в якого є доступ до Інтернету.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Розроблена IoT-система дозволяє здійснювати безперервний моніторинг вологості повітря в цехах підприємства з використанням мережі сенсорів DHT22. Дані з датчиків з частотою 1 раз на хвилину передаються по протоколу CoAP на центральний шлюз, а потім до хмарного серверу.

На сервері відбувається аналітична обробка даних з використанням методів регресійного аналізу, кластеризації та класифікації. Це дозволяє виявляти закономірності зміни вологості, аномалії, формувати прогноз та ефективно регулювати вологість у приміщенні. За результатами аналізу за протоколом MQTT формуються сигнали керування для системи зволоження/осушення повітря з метою підтримання оптимального рівня вологості. Інтерфейс користувача дозволяє візуалізувати поточний стан та отримувати звіти.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розроблена в доповіді IoT-система демонструє ефективність використання технологій інтернету речей для вирішення завдання забезпечення оптимальної вологості повітря на виробничих об'єктах. Здійснено системний аналіз та обґрунтування вибору програмно-технічних рішень, необхідних для створення такої системи та для реалізації усіх етапів інформаційної технології на її основі (збирання, передавання, збереження, оброблення і візуалізація даних). Обґрунтовано, що оптимальним рішенням для передавання даних є технологія Wi-Fi, особливо, коли є можливість постійного підключення вимірювальних пристроїв до джерел живлення або можливе їх постійне підзарядження.

Перевагами запропонованого підходу є можливість організації масштабної мережі сенсорів з низькою вартістю розгортання, гнучкість налаштування та масштабування системи. Використання хмарних сервісів дозволяє ефективно обробляти великі масиви даних і будувати складні аналітичні моделі.

Подальшого дослідження потребують питання оптимізації алгоритмів аналізу даних і моделей прогнозування, розробки механізмів автоматичного масштабування системи, а також оцінки економічної ефективності впровадження.

Отримані результати свідчать, що IoT-технології мають великий потенціал для вирішення завдань промислової автоматизації та оптимізації виробничих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз технологій та стандартів зв'язку для мережі IOT: Наукові записки УНДІЗ / Домрачева К.О., Довженко Н.М., Дмитренко В.В., 2019 - 56-61 с.
2. Інформаційно-вимірювальна система моніторингу споживання енергоресурсів для будівлі університету: стаття / А. В. Яворський, В. С. Цих, М. О. Карпаш, Л. Я. Жовтуля; Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Університет Короля Данила, 2022 - 49-50 с.
3. DHT11, DHT22 and AM2302 Sensors: веб-сайт. URL: <https://learn.adafruit.com/dht> (дата звернення 28.02.2024)



ВЛАДИСЛАВ ЖИЛЬНИКОВ здобуває ступінь бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Нині автор працює над створенням IoT-системи моніторингу та контролю вологості повітря на промислових підприємствах у рамках виконання бакалаврської роботи. Серед наукових інтересів: системи моніторингу та контролю стану навколишнього середовища для промислових підприємств, алгоритми аналізу даних і моделей прогнозування, розробка механізмів автоматичного масштабування систем.

МОДЕЛЬ ІОТ-РІШЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ВІТАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Ірина Зінько¹, Ольга Кравченко², Оded Маймон³

¹Студентка, Інформаційні системи та технології, Факультет Інформаційних Технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-6118-0023

E-mail: irynazinko.w@gmail.com

²к.т.н., доцент, кафедра Інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

³к.т.н., професор кафедри Oracle Тель-Авівський університет, Тель-Авіві-Яффо, Ізраїль

***Анотація.** Об'єктом дослідження є процес моніторингу показників вітальних функцій організму за допомогою автоматизованої системи на основі IoT-рішення. У роботі проведено дослідження та аналіз найкращих наявних рішень для безперервного моніторингу стану людини. Дослідження є важливим за умов можливої пандемії та загального огляду та контролю здоров'я людини. Запропоновано IoT модель рішення для моніторингу та аналізу життєво важливих показників у пацієнтів. Проєкт передбачає створення апаратного та програмного забезпечення для відстежування вітальних функцій. Взаємодія двох частин забезпечить можливість виконання основної задачі – отримати результат та аналіз показників вітальних функцій організму людини.*

Ключові слова: вітальні функції, клієнт-серверна архітектура, інформаційна система, IoT, IT

I. ВСТУП

У кожної особи виникають проблеми зі здоров'ям, від звичайних застуд аж до хронічних захворювань, що стає неодмінною складовою життя. У даній роботі розглядається аспект досліджень щодо постійного моніторингу вітальних показників. Метою є спрощення цих досліджень та поліпшення збору інформації за допомогою бази даних та датчиків. Аналіз існуючих рішень показує наявність автоматизованих систем, таких як ЕКГ-система від Norav Medical або система моніторингу від Cardiomo. У світі сучасних технологій широко використовуються мікрокомп'ютери чи мікроконтролери, що дозволяє ефективно працювати з меншими затратами. Деякі з цих пристроїв мають інтерфейс, доступний для підключення до монітора, але для мікроконтролерів потрібно написати програму на комп'ютері та завантажити на пристрій. У рамках дослідження проаналізовано чотири типи пристроїв для подальшого використання в медицині: Raspberry Pi, Asus Tinker Board, LattePanda та Arduino.

Отже, об'єктом дослідження став автоматизований процес моніторингу вітальних функцій організму через IoT-рішення. Мета полягає у створенні проєкту IoT-рішення для моніторингу важливих життєвих функцій організму та їх аналізі.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У процесі створення медичних інструментів, які можуть збирати сигнали серця, велике значення має вибір датчиків, які забезпечують точність вимірювань і надійність результатів. У нашому випадку ми вибрали датчик температури тіла, пульсоксиметр-сатуратор та електрокардіограф. Ці датчики працюють разом, щоб надавати повний набір даних, щоб наглядати за станом серцево-судинної системи пацієнта та загальним станом здоров'я.

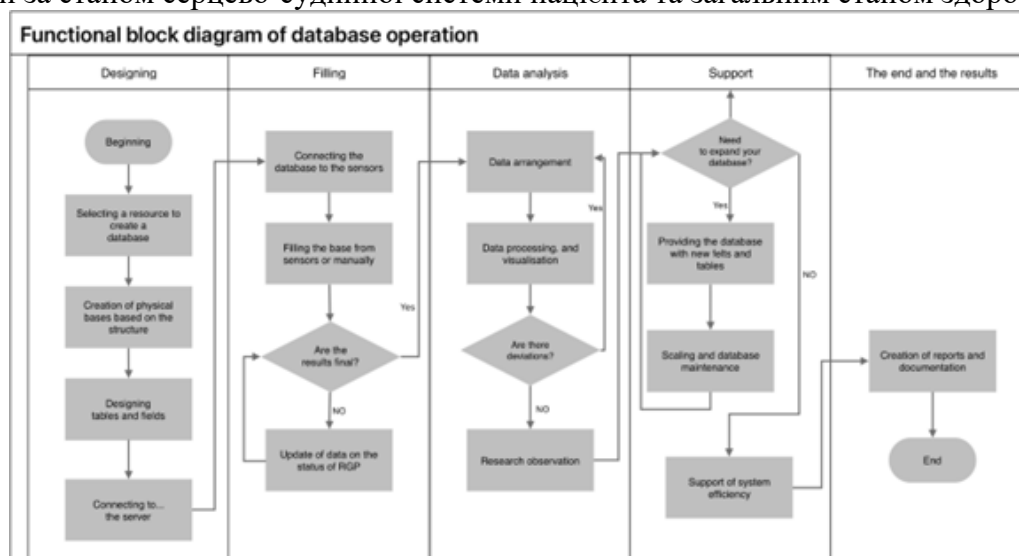


Рисунок 1. Функціональна блок-схема роботи з датчиками для моніторингу

Робота з датчиками для моніторингу стану здоров'я зазвичай включає наступні етапи, що представлені на рисунку 1:

1. Вибір та придбання датчиків: Перш за все необхідно визначити, які датчики будуть використовуватися для моніторингу стану здоров'я. Вибір залежить від мети та потреб користувача, і може включати пульсометри, термометри, датчики руху, датчики сну тощо.
2. Інсталяція датчиків: Після вибору необхідних датчиків їх слід правильно встановити. Процедура інсталяції може варіюватися в залежності від типу датчика та його призначення, наприклад, пульсометри потрібно прикріпити до тіла, а датчики руху розмістити у відповідному місці.
3. Підключення до пристрою: Після інсталяції датчики потрібно підключити до відповідного пристрою, яким може бути смартфон, планшет або інший медичний пристрій, здатний отримувати дані від датчиків.
4. Калібрування датчиків: Деякі датчики, наприклад, пульсометри, можуть потребувати калібрування для забезпечення точності збору даних. Цей процес зазвичай виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення або згідно з інструкціями виробника.
5. Збір даних та аналіз: Після підключення та калібрування датчики починають збирати дані про стан здоров'я користувача.

Для зручного використання віртуальних середовищ використовується ANACONDA як допоміжний інструмент. Віртуальні середовища забезпечують ізолюваність та дозволяють створювати та керувати окремими інсталяціями Python для різних проєктів.

Мета полягає в створенні "екосистеми" з необхідними фреймворками, бібліотеками та іншими компонентами. Використання віртуальних середовищ є важливим аспектом цієї роботи. Додаток, створений за допомогою фреймворку Django, призначений для отримання даних з датчиків вітальних функцій та збереження їх у базі даних SQLite. HTML, CSS і

JavaScript використовуються для відображення інформації та взаємодії з користувачем. JavaScript дозволяє постійно оновлювати дані без перезавантаження сторінки та взаємодіяти з додатком, наприклад, відправляти команди або фільтрувати дані.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Для розробки програмної складової проекту на Arduino UNO було використано Anaconda та Python. Також був встановлений фреймворк Django для зручного налаштування передачі та збереження даних на сервері. Для програмування мікрокомп'ютера було обрано Arduino IDE. Спочатку були під'єднані датчики до Arduino згідно з інструкціями та вимогами щодо пінів для з'єднання. Було також забезпечено наявність необхідних бібліотек для кожного датчика. Для зв'язку між Arduino та сервером Django використовувалися механізми передачі даних, такі як Wi-Fi. Була створена модель для збереження отриманих даних з використанням `django.db.models` та спеціальних класів. Прописано вигляд та шаблон для обробки та відображення даних на сторінці у зрозумілій формі. Був також доданий URL-маршрут для доступу до вигляду. Таким чином, дані з Arduino надсилаються через Wi-Fi на сервер Django, який зберігає їх у базі даних та відображає на веб-сторінці `health_data`.

У прототипах використовуються доступні та ефективні чіпи та сенсори, що спрощує їх підтримку та можливість заміни або ремонту частин пристрою.

Сервер був створений з використанням Python та фреймворку Django. Усі дані, зібрані датчиками, зберігалися у базі даних SQLite, що забезпечує надійне зберігання та можливість їх редагування при потребі.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Було проведено SWOT-аналіз моніторингу життєво важливих показників через Інтернет речей та зроблено такі висновки:

Сильні сторони:

- Реальний час моніторингу, що дозволяє швидко реагувати на проблеми.
- Комплексний збір даних про здоров'я.
- Адаптивна апаратура для реагування на зміни.
- Зручний веб-інтерфейс для користувачів.

Слабкі сторони:

- Залежність від правильного розміщення портативних пристроїв.
- Обмежене охоплення деяких показників.
- Початкові витрати на розробку.
- Технологічна залежність і можливі проблеми з безпекою даних.

Можливості:

- Готовність до пандемій та роль у виявленні кризових ситуацій.
- Інтеграція з системами охорони здоров'я.
- Дистанційний моніторинг пацієнтів.
- Налаштування та масштабування для різних потреб.
- Можливості для подальших досліджень та розробки.

Загрози:

- Відповідність регулятивам у медичній сфері.
- Проблеми з приватністю та даними.
- Конкурентна боротьба та змагання в індустрії.
- Технологічна застарілість компонентів.
- Непередбачені технічні проблеми.

У даній роботі досліджено та аналізовано проблематику безперервного моніторингу вітальних функцій організму за допомогою IoT-рішення. Це стає актуальною темою, оскільки кожна людина зіштовхується з питаннями здоров'я протягом свого життя. Робота висвітлює потребу в спрощенні таких досліджень та кращому фіксуванні інформації, використовуючи бази даних та датчики. Аналіз показав, що існують автоматизовані системи моніторингу, проте вони мають свої переваги та обмеження. У цій роботі було проведено аналіз різних пристроїв, які можна використовувати у медичних дослідженнях.

Створена система дозволяє ефективно збирати, передавати та обробляти медичні дані пацієнтів, що сприяє покращенню діагностики та наданню якісної медичної допомоги. Крім того, завдяки модульній конструкції пристрою, будь-яку частину пристрою можна легко замінити або відремонтувати техніком або звичайним користувачем. Отже, метою цього дослідження є побудова IoT-рішення для моніторингу життєво важливих функцій організму та їх аналіз. Це передбачає створення "екосистеми" з фреймворків, бібліотек та інших компонентів, а також використання віртуальних середовищ для розробки та взаємодії з користувачем.

ДЖЕРЕЛА

1. Norav medical. Режим доступу: <https://www.noravmedical.com>
2. Cardiomo monitoring heart health. Режим доступу: <https://www.cardiomo.com>
3. What is a microcomputer? Режим доступу: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcomputer>
4. What is a microcontroller? Режим доступу: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller>
5. Raspberry Pi Режим доступу: <https://www.raspberrypi.org>
6. Asus Tinker Board Режим доступу: <https://www.asus.com/networking-iot-servers>
7. LattePanda Режим доступу: <https://www.lattepanda.com>
8. Інформація про ANACONDA на офіційному сайті Режим доступу: <https://www.anaconda.com/>
9. Django framework. Режим доступу: <https://www.djangoproject.com>
10. Arduino Software. Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/software/>
11. SQLite бази даних. Режим доступу: <https://www.sqlite.org/index.html>



Ірина Зінько отримала повну загальну середню у Шумському ліцеї (Шумськ, Україна) Нині авторка працює над здобуттям ступеня BSc з Інформаційні системи та технології в Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка (Київ, Україна) Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування та аналіз часових рядів.



Ольга Кравченко -- к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.



Одет Маймон -- є професором кафедри "Оракл" в Тель-Авівському університеті, відомим своєю піонерською роботою в галузі штучного інтелекту та дослідження свідомості. Перед приєднанням до Тель-Авівського університету він працював на посадах у престижних установах, включаючи Массачусетський технологічний інститут. Доктор Маймон є автором численних міжнародно визнаних книг з алгоритмів штучного інтелекту, а також перших внесків у дослідження свідомості, зокрема співредагування "Що таке свідомість".

РОЛЬ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ ЗАСНОВАНОЇ НА ARDUINO В ПОКРАЩЕННІ ЯКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ КВІТІВ

Данііл Кадлець¹, Олена Сіпко²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
E-mail: kadletsdaniil@gmail.com

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-1385-119X
E-mail: sipko.olena@knu.ua

Анотація: Дана робота присвячена дослідженню та аналізу систем клімат-контролю, що базуються на мікроконтролері Arduino. Зокрема, досліджується використання різноманітних датчиків, таких як DS18B20, LM35 або DHT11/DHT22, для вимірювання температури та контролю умов у приміщенні. Методи, такі як використання світлодіодів для регулювання освітлення, дозволяють створювати ефективні системи, які забезпечують оптимальні умови для росту рослин, зберігання продуктів чи комфорту користувачів. Результати дослідження свідчать про потенціал використання систем клімат-контролю на базі Arduino в різних галузях, включаючи сільське господарство, промисловість та домашнє використання.

Ключові слова: Arduino, Система клімат-контролю, Датчики температури, Мікроконтролер, Світлодіоди

I. ВСТУП

У сучасному світі автоматизація та контроль навколишнього середовища стають все більш важливими в аспекті забезпечення комфорту, ефективності та збереження ресурсів. Одним з напрямків, який отримує все більшу увагу, є розробка систем клімат-контролю, які забезпечують оптимальні умови у приміщеннях, а також у сферах сільського господарства та промисловості.

У цьому контексті використання мікроконтролерів, таких як Arduino, надає можливості створення ефективних та гнучких систем клімат-контролю. Шляхом використання різноманітних датчиків та актуаторів, системи на базі Arduino можуть вимірювати параметри оточуючого середовища та автоматично реагувати на зміни, забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин, зберігання продуктів чи комфорту людей.

У цьому контексті, дане дослідження спрямоване на аналіз можливостей систем клімат-контролю заснованих на Arduino. Зокрема, ми досліджуємо вимірювання температури та методи контролю умов у приміщенні за допомогою датчиків та актуаторів. Результати цього дослідження можуть мати значення як для наукової спільноти, так і для практичного використання у різних галузях, де важливо забезпечення оптимальних умов у приміщеннях.

У зв'язку зі зростанням усвідомлення необхідності екологічності та сталого розвитку, системи клімат-контролю на основі Arduino також виконують важливу функцію у зменшенні енергоспоживання та впливу на навколишнє середовище. Завдяки автоматизованому контролю температури, вологості та освітлення вони дозволяють ефективно

використовувати ресурси та мінімізувати витрати енергії. Це особливо актуально для сільського господарства, де можливість точного регулювання клімату сприяє підвищенню врожайності та ефективності виробництва. Такі системи також відкривають нові перспективи у сфері промислового виробництва, де забезпечення стабільних умов у приміщеннях є ключовим фактором для якісного виробництва та збереження продукції.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Засновані на Arduino системи клімат-контролю використовують різноманітні дані та методи для забезпечення оптимальних умов у приміщенні.

Для отримання інформації про оточуюче середовище використовуються датчики температури, такі як DS18B20, LM35 або DHT11/DHT22. Ці датчики здатні точно виміряти температуру навколишнього повітря та передавати ці дані до мікроконтролера Arduino для подальшої обробки.

На основі отриманих даних методи контролю клімату включають управління освітленням у приміщенні. Наприклад, світлодіоди можуть бути запалені або вимкнені в залежності від вимірюваної температури, щоб забезпечити оптимальні умови для рослин чи інших об'єктів, що знаходяться в приміщенні. Такий підхід дозволяє ефективно регулювати температурні умови відповідно до потреб користувача, забезпечуючи комфорт та ефективність використання приміщення.

Використання інтегрованих сенсорів вимірювання вологості та інших параметрів довкілля дозволяє системі Arduino здійснювати ще більш точне та комплексне контролювання клімату. Це відкриває додаткові можливості для оптимізації умов в приміщеннях та забезпечення їхнього належного функціонування.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Система клімат-контролю заснована на Arduino успішно вимірювала температуру навколишнього середовища за допомогою використання датчиків, таких як DS18B20, LM35 або DHT11/DHT22. Отримані дані про температуру надсилалися до мікроконтролера Arduino для подальшої обробки.

Система показала високу ефективність у вимірі та контролі температурних умов у приміщенні. Використання мікроконтролера Arduino дозволило швидко реагувати на зміни в середовищі та забезпечувати стабільні умови для зберігання об'єктів.

Під час аналізу результатів було виявлено, що система показує надзвичайну точність і надійність у вимірюванні температурних параметрів. Це дозволяє впевнено використовувати її в різних умовах та для різноманітних завдань, від контролю клімату у приміщеннях до забезпечення оптимальних умов для зберігання продуктів. Такий високий рівень точності та надійності є ключовим фактором успіху для використання системи Arduino у сферах, де важлива стабільність умов.

Під час аналізу результатів було виявлено, що система показує надзвичайну точність і надійність у вимірюванні температурних параметрів. Це дозволяє впевнено використовувати її в різних умовах та для різноманітних завдань, від контролю клімату у приміщеннях до забезпечення оптимальних умов для зберігання продуктів. Такий високий рівень точності та надійності є ключовим фактором успіху для використання системи Arduino у сферах, де важлива стабільність умов.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Дослідження систем клімат-контролю на базі Arduino підтверджує їхню велику потенційну користь у різних галузях. Використання різноманітних датчиків та актуаторів дозволяє створювати ефективні системи, які автоматично регулюють умови навколишнього середовища для досягнення оптимальних результатів.

Це дослідження підкреслює значення технологій Internet of Things (IoT) у сфері клімат-контролю, де інтеграція різних пристроїв та сенсорів дозволяє створювати розумні та ефективні системи управління середовищем. Більш того, забезпечення доступу до даних та можливість віддаленого керування дозволяють здійснювати моніторинг та управління кліматом навіть з великих відстаней, що є надзвичайно важливим у сучасному світі, де мобільність та віддаленість від об'єктів керування часто є ключовими факторами.

Такий підхід відкриває широкі можливості для застосування систем клімат-контролю на базі Arduino у різних сферах, від побутового використання до великих промислових комплексів.

ДЖЕРЕЛА

1. Arduino Forum. URL: <https://forum.arduino.cc/> (використано 23.02.2024)
2. Arduino Reddit. URL: <https://www.reddit.com/r/arduino/> (використано 23.02.2024)
3. Arduino офіційний веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/>(використано 17.02.2024)
4. Element14 Arduino Community.URL: <https://www.element14.com/community/community/arduino>(використано 25.02.2024)
5. "DHT11/DHT22 Datasheet". URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/737/dht-932870.pdf> (використано 24.02.2024)



ДАНИЛ КАДЛЕЦЬ. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна)). Серед наукових інтересів – Автоматизація та контроль систем, Інтернет речей (IoT).



ОЛЕНА СПКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НА СІЛЬГОСП ПІДРИЕМСТВАХ

Володимир Кіча¹, Ростислав Лісневський²

¹Студент, Інформаційні системи та технології, Факультет Інформаційних Технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0001-7962-8620

E-mail: kichav@fit.knu.ua

²к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій

Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9006-6366

E-mail: lisa1304400@gmail.com

***Анотація.** Це дослідження вивчає можливість інтеграції Інтернету речей (IoT) в систему управління ї сільськогосподарських компаній. Дослідження передбачає розробку та впровадження системи Інтернету речей для оптимізації виробничих процесів та підвищення врожайності на площі до 100 га. Результати показують успішне впровадження технології та позитивний вплив на сільське господарство. Дослідження спрямоване на розширення знань в аграрному секторі та використання сучасних технологій для досягнення високих виробничих показників.*

Ключові слова: Інтернет Речей, сільське господарство, оптимізація виробничих процесів, врожайність, IoT система.

I. ВСТУП

У сучасному суспільстві інформаційні технології відіграють важливу роль у вдосконаленні процесів у різних галузях. Дослідження, спрямовані на впровадження Інтернету речей (IoT) в сільському господарстві, мають особливе значення, оскільки це може призвести до більш ефективного управління польовими культурами та підвищення врожайності. У цьому дослідженні розглядається можливість інтеграції систем Інтернету речей у приватній компанії "Поляна" з метою оптимізації виробничих процесів та підвищення якості вирощуваних культур.

В теперішній час сільськогосподарські підприємства усе більше потребують збалансування та підвищення врожайності та оптимізацію ресурсів. В цьому контексті, дослідження спрямоване на вивчення можливостей використання IoT системи для досягнення цих цілей.

Мета нашої роботи полягає у розробці та впровадженні IoT системи, спрямованої на збільшення виробничої ефективності та підвищення врожайності польових культур на площі до 100 Га. Використання мережевих та інтернет-технологій у поєднанні з аналізом даних та штучним інтелектом дозволить створити ефективну систему управління сільськогосподарськими процесами.

Проведено аналіз проблеми, пояснена важливість використання IoT у сільському господарстві та сформульовано мету та завдання дослідження. Подальший аналіз розпочнеться з розгляду матеріалів та методів, що використовувалися у нашому дослідженні.

II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Розділ "Матеріали і Методи" включає докладний технічний огляд Інтернету Речей (IoT), де досліджуються різні аспекти цієї технології та її потенціал у контексті сільського господарства. Проводиться аналіз сучасних засобів та пристроїв IoT, спрямованих на моніторинг аграрних процесів. Враховуються технічні аспекти передачі та збору даних, а також алгоритми обробки інформації.

Аналізуються особливості ґрунтів, кліматичні умови та культурні особливості, які можуть впливати на ефективність впровадження IoT системи. Розглядаються умови використання існуючих агротехнічних систем та їх інтеграція з IoT.

Матеріали дослідження включають аналіз сучасних технологій IoT, вивчення особливостей сільського господарства та специфіку підприємств. Методика включає в себе розробку та впровадження IoT системи, а також збір та аналіз даних з сільського господарства, щоб оцінити вплив нової технології на врожайність.

Для проведення нашого дослідження було використано ряд передових технічних засобів та матеріалів. Основою роботи стала Інтернет Речей (IoT) система, яка включає в себе високоточні датчики, апаратне та програмне забезпечення для збору та обробки даних.

Для вимірювання ґрунтових показників, таких як вологість та температура, були використані датчики нового покоління з можливістю підключення до мережі Інтернет. Це дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі та отримувати дані відразу після їхнього збору.

Крім того, використання датчиків фізіологічних характеристик рослин, таких як рівень хлорофілу та фотосинтетична активність, дозволяє отримати докладну інформацію про стан рослин та їхній розвиток.

Методи дослідження:

Для реалізації IoT системи було застосовано комплексний підхід, який включав в себе наступні кроки:

Проектування системи. Розроблення концепції IoT системи, визначення параметрів моніторингу та вибір необхідних технічних засобів.

Розробка апаратної частини: Виготовлення та налаштування сенсорів та датчиків для збору даних.

Розробка програмного забезпечення. Створення програм, що відповідають за збір, обробку та відображення отриманих даних.

Інтеграція та тестування. Перевірка взаємодії всіх компонентів системи та їхня адаптація для оптимального функціонування.

Практичне впровадження. Тестування системи на практиці на площі до 100 Га.

Цей комплексний підхід дозволяє не лише збирати дані, але й аналізувати їх для прийняття обґрунтованих управлінських рішень з метою оптимізації виробничих процесів та підвищення врожайності.

Зазначений розділ також враховує використання передових технічних засобів та матеріалів для проведення дослідження. Для вимірювання параметрів рослин, таких як рівень хлорофілу та фотосинтетична активність, застосовувались датчики нового покоління з підключенням до мережі Інтернет. Це дозволяє отримувати деталізовані дані у режимі реального часу та вчасно реагувати на зміни в фізіології рослин.

Методологія дослідження включала в себе не тільки розробку апаратної та програмної частин, але також інтеграцію всіх компонентів системи та тестування їхньої взаємодії. Процес впровадження IoT системи на практиці охоплював площу до 100 Га та включав у себе комплексне тестування функціональності, надійності та ефективності системи в реальних умовах сільського господарства.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Дослідження показує, що інтеграція IoT системи дозволяє ефективно відстежувати різні параметри виробничих процесів, такі як ґрунтова вологість, температура, та стан рослин. Це дозволяє вчасно реагувати на зміни та впливати на них, що в свою чергу призводить до підвищення врожайності на площі до 100 Га.

Під час впровадження Інтернету Речей (IoT) системи були отримані такі результати: моніторинг параметрів ґрунту, повітря та рослин таких як пшениця, кукурудза, соя та інші, які сприяли покращенню виробничих процесів.

Отримано дані щодо оптимального рівня вологи в ґрунті, температурного режиму та фізіологічних характеристик рослин. Інформація про ці параметри надавала можливість реагувати на негативні тенденції в реальному часі, забезпечуючи ефективніше використання ресурсів та підтримуючи оптимальні умови для росту рослин.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що впровадження IoT системи на сільськогосподарських підприємствах має привести до позитивних змін у виробничому процесі. Система дозволила:

Оптимізувати зрошення: вчасне реагування на рівень вологи в ґрунті дозволило зменшити споживання води та ефективно розподіляти її для різних культур.

Мінімізувати стрес для рослин: моніторинг фізіологічних параметрів рослин дозволив вчасно виявляти стресові ситуації та приймати заходи для їхнього усунення.

Підвищити врожайність: оптимальні умови для росту та розвитку рослин сприяли підвищенню врожайності на оброблюваних площах.

Зменшити витрати: ефективне використання ресурсів та оптимізація виробничих процесів призвело до зменшення витрат, підвищуючи економічну ефективність підприємства.

Аналіз отриманих результатів вказує на потужний потенціал IoT у підвищенні продуктивності та стійкості сільського господарства. Відзначено необхідність подальших досліджень та вдосконалення системи для максимізації її користі та широкого впровадження в агросектор.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Результати дослідження свідчать про потенціал IoT у вдосконаленні сільського господарства. Використання Інтернету Речей на сільськогосподарських підприємствах може бути ефективним засобом оптимізації та підвищення врожайності. Дискусія включає в себе можливість розширення застосування цієї технології в інші галузі.

Результати нашого дослідження вказують на те, що ця інноваційна технологія може значно покращити виробничі процеси та врожайність культур.

Додатковий плюс IoT полягає в здатності систематично аналізувати та інтерпретувати дані, що дозволяє пристосовувати стратегії виробництва. Обговорюючи отримані результати, важливо визначити, як ці зміни можуть вплинути на сільськогосподарський сектор у цілому.

Співставлення отриманих даних з попередніми дослідженнями та сучасними тенденціями в сільському господарстві дозволяє розширити наше розуміння ефективності IoT та його потенціалу для управління великими сільськогосподарськими об'єктами.

Впровадження Інтернету Речей (IoT) у систему управління сільськогосподарським підприємством "Поляна" стало кроком у майбутнє для сільського господарства. Результати нашого дослідження вказують на те, що ця інноваційна технологія може значно покращити виробничі процеси та врожайність.

Додатковий плюс IoT полягає в здатності систематично аналізувати та інтерпретувати дані, що дозволяє пристосовувати стратегії виробництва. Обговорюючи отримані результати, важливо визначити, як ці зміни можуть вплинути на сільськогосподарський сектор у цілому.

Співставлення отриманих даних з попередніми дослідженнями та сучасними тенденціями в сільському господарстві дозволяє розширити наше розуміння ефективності IoT та його потенціалу для управління великими сільськогосподарськими об'єктами

На основі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

Ефективність IoT в сільському господарстві: результати показують, що впровадження IoT дозволяє ефективно відстежувати та контролювати виробничі процеси, покращуючи врожайність.

Потенціал для масового впровадження: IoT може бути успішно впроваджений не лише на великих підприємствах, але й на невеликих господарствах, забезпечуючи підвищення продуктивності та ефективного використання ресурсів.

Необхідність подальших досліджень: хоча результати є обнадійливими, важливо продовжувати дослідження для оптимізації технології та її широкого впровадження в агросектор.

Економічна вигода: впровадження IoT може призвести до зменшення витрат та збільшення доходів, роблячи сільське господарство більш стійким та прибутковим.

Загальною тезою висновків є те, що Інтернет Речей має значний потенціал для вдосконалення сільського господарства, і подальші дослідження та впровадження цієї технології можуть стати ключовими для майбутнього розвитку сільського господарства.

ДЖЕРЕЛА

1. "Internet of Things in Agriculture: A Comprehensive Overview" - Наукова стаття, що досліджує різні аспекти використання Інтернету Речей в сільському господарстві.
2. "Smart Agriculture: An Approach towards Better Agriculture Management" - Стаття, що розглядає використання інтелектуальних технологій в управлінні сільськогосподарськими процесами.
3. "IoT Applications in Precision Agriculture" - Дослідження про застосування Інтернету Речей у точному землеробстві.
4. "Digital Agriculture: The Role of IoT in Transforming Farming" - Стаття, що розглядає цифрове сільське господарство та внесок IoT у цей сектор.
5. "Challenges and Opportunities of IoT in Agriculture: A Review" - Огляд статей, що розглядає виклики та можливості IoT у сільському господарстві.
6. "Enhancing Crop Yield through IoT-Based Smart Farming" - Дослідження, що досліджує, як IoT може впливати на урожайність культур.



ВОЛОДИМИР КІЧА отримав повну загальну середню освіту у спеціалізованій школі імені Данте Аліґ'єрі №130 (Київ, Україна) в 2020 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з Інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи автоматизації та дослідження штучного інтелекту для підвищення ефективності роботи.



РОСТИСЛАВ ЛІСНЕВСЬКИЙ к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Блокчейн технології, хмарні технології, застосування IoT.

ЗАСТОСУВАННЯ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ РОЗУМНИХ КАС

Нікіта Ковальчук¹, Олена Сіпко²

¹Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна, магістрант

E-mail: kovalchukn@fit.knu.ua

²Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна, доцент

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sipko.olena@knu.ua

Анотація. Досліджено актуальність впровадження інноваційних підходів у роздрібній торгівлі для підвищення ефективності управління магазинами, зокрема через використання ІоТ-технологій. Представлено концепцію використання кас самообслуговування з давачами ваги, сканерами та давачами розпізнавання вагових товарів за кольором у поєднанні з хмарними технологіями для створення розумних кас з моніторингом залишків товарів у реальному часі та прийняттям необхідних рішень.

Обговорено можливості створення додатку для відображення запасів товарів на складі та оперативного реагування на різноманітні сценарії, що сприятиме оптимізації управління товарними запасами. Висвітлено переваги системи розпізнавання товарів за кольором для швидкого та комфортного обслуговування покупців, зокрема шляхом відображення товарів на моніторі каси.

Підкреслено потенціал застосування ІоТ для автоматизації сценаріїв, коли товари закінчуються, що дозволить підприємствам реалізувати нові можливості для ефективного управління бізнесом.

Ключові слова: Самообслуговування, Давач, Автоматизація, ІоТ, Рітейл.

I. ВСТУП

У сучасній роздрібній торгівлі велике значення приділяється впровадженню інноваційних підходів для підвищення ефективності управління магазином. Однією з ключових сфер є впровадження систем управління та моніторингу за товарами, яке може бути значно поліпшене завдяки використанню ІоТ-технологій.

Центральним аспектом цього дослідження є використання кас самообслуговування з давачами ваги, сканерами та давачами розпізнавання вагових товарів по кольору у поєднанні з хмарними технологіями, що дозволить створити розумні кас з моніторингом залишків товару у реальному часі та завчасним прийняттям необхідних рішень.

II. ІДЕЯ

Основна ідея полягає в тому, щоб створити додаток який відображатиме запаси товарів на складі. Наприклад, за допомогою цього додатку та даних від ксо можна відслідковувати кількість того чи іншого товару, тим самим забезпечити оперативне реагування на будь-які сценарії.

Крім того, система розпізнавання товарів по кольору одразу буде видавати покупцю його товар на моніторі каси, що набагато зекономить час обслуговування клієнта, та забезпечить комфортну та швидку покупку. Застосування технологій IoT дозволить ритейлу не лише відстежувати товарні запаси у реальному часі, а й відображати певну інфографіку, та

автоматизувати сценарії коли товар закінчується.

Такий інтегрований підхід з використанням кас та датчиків IoT створить нові можливості для ефективного управління бізнесу.

III. СЦЕНАРІЙ РОБОТИ

Під час проведення операції на касі самообслуговування, коли покупець розміщує товар на ваги, система автоматично використовує датчик для ідентифікації товару за його колірною характеристикою. За допомогою цього процесу, каса визначає конкретний товар, який клієнт бажає придбати. Далі, на рівні програмного забезпечення, відповідальність за обробку цієї інформації та управління касовим обладнанням несе програмне забезпечення каси (POS), яке взаємодіє з касою самообслуговування через протокол обміну даними TCP/IP. Цей протокол дозволяє передавати повідомлення між касою та POS системою залежно від потреби бізнес-процесів, будь то реакція на взаємодію клієнта з касою або автоматичне сповіщення про необхідність поповнення товарного запасу.

Отримані дані про транзакції, а також інша інформація про товари, зберігаються в хмарному сховищі у вигляді бази даних. Це дозволяє забезпечити доступ до актуальної інформації про запаси товарів у реальному часі. Крім того, для кінцевого користувача буде розроблений додаток, який забезпечує зручний та швидкий доступ до цієї інформації. Цей додаток в режимі реального часу відображає наявність товарів на складі та, в разі необхідності, сповіщає про закінчення запасів. Такий інтегрований підхід дозволяє оптимізувати управління товарними запасами та забезпечує зручний сервіс як для покупців, так і для операторів магазину.

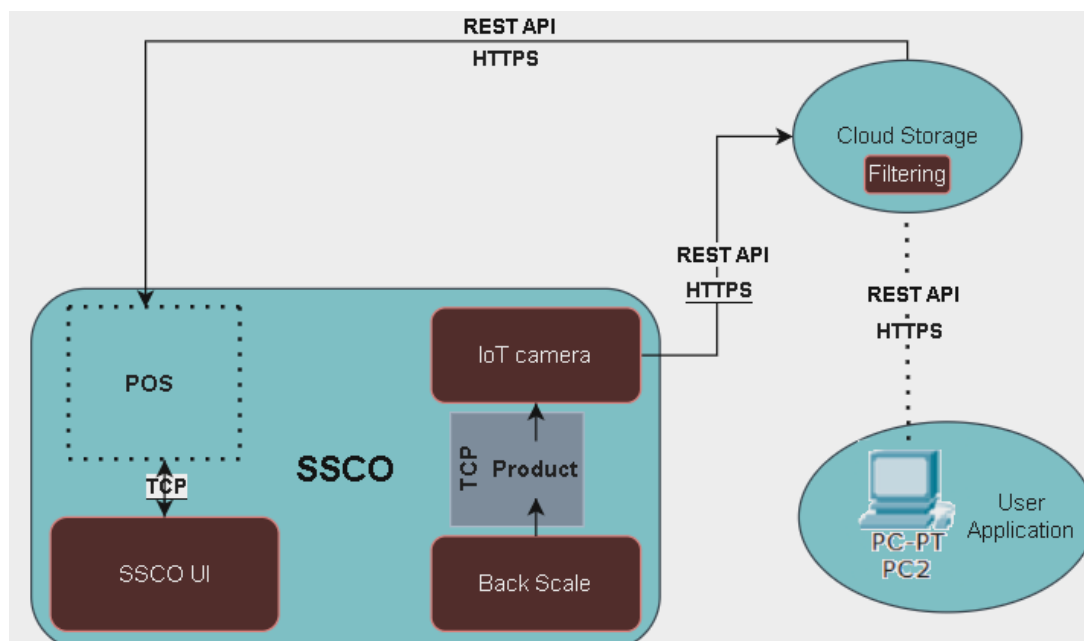


Рисунок 1. Архітектура роботи та взаємодії каси з необхідними модулями та засоби передачі даних

IV. ВИСНОВКИ

У цій роботі розглянуто процес використання IoT-технологій у сучасних системах роздрібної торгівлі, зокрема у сфері кас самообслуговування. Вивчено механізм ідентифікації товарів за допомогою давачів, автоматизацію обміну даними між касою та POS системою, а також збереження та доступ до інформації про товари в хмарному середовищі.

Виявлено, що впровадження IoT в роздрібну торгівлю дозволяє покращити ефективність управління магазином, оптимізувати процес обслуговування покупців та управління запасами товарів. Інтеграція різних компонентів системи, від давачів до хмарних сервісів, створює надійну та гнучку інфраструктуру, яка відповідає сучасним вимогам ринку.

Застосування IoT технологій у сфері роздрібної торгівлі виявляє великий потенціал для покращення якості обслуговування клієнтів, збільшення продуктивності та оптимізації бізнес-процесів. Дані збірні в процесі роботи над цією темою вказують на перспективи подальшого розвитку та широкий спектр можливостей для вдосконалення роздрібного торговельного сегменту за допомогою інноваційних технологій IoT.

ДЖЕРЕЛА

1. NCR VOYIX Global – Digital Banking, POS Systems URL: <https://www.ncr.com/>
2. Internet of Things (IoT) in Retail – Self-checkout Kiosks <https://www.etpgroup.com/internet-things-iot-retail-self-checkout-kiosks/> Jon P. (2017) Augmented Reality. Springer International Publishing AG 2017, 10(1), 56-122.
3. How IoT is Redefining Your Shopping URL: <https://www.cmswire.com/internet-of-things/how-iot-is-redefining-your-shopping-spree/>
4. How IoT is Transforming The Retail Industry URL: <https://imaginovation.net/blog/iot-in-retail/>



НИКІТА КОВАЛЬЧУК отримав ступінь бакалавра інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2023 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – програмування, проектування систем.



ОЛЕНА СПІНКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей

ІОТ СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ ДИТИНИ

Поліна Ковальчук¹, Мирослава Гладка²

¹Студентка денної форми навчання, кафедри Інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: pollykovalchuk27@gmail.com

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

***Анотація.** У представленому дослідженні розглянуто важливість та актуальність систем моніторингу та контролю за станом здоров'я дітей, зокрема немовлят, на базі Інтернету речей (IoT). Робота розглядає проблематику хвороб та смертності серед дітей та демонструє, як IoT-технології можуть забезпечити надійний моніторинг та контроль за станом здоров'я немовлят, завдяки використанню сучасних пристроїв для спостереження та моніторингу за показниками стану дитини, сприяючи ранньому виявленню проблем та попередженню небезпеки.*

Ключові слова: IoT; система моніторингу; діти; догляд за немовлятами.

I. ВСТУП

У сучасному світі технологічний прогрес відіграє важливу роль у нашому житті, а Інтернет речей (IoT) є одним із визначних досягнень цього прогресу. IoT розширює наші можливості, додаючи безпеку, контроль і зручність в наше повсякденне життя.

Однією з найважливіших областей застосування IoT є, безперечно, сфера охорони здоров'я, зокрема спостереження за здоров'ям малюків. Для кожної родини здоров'я дитини є одним із найбільш важливих аспектів добробуту. Проте, немовлята, як і дорослі, можуть стикатись з різними проблемами зі здоров'ям. Через їхню вразливість і неможливість висловити своє погане самопочуття, ці проблеми можуть мати серйозні наслідки. Деякі діти також стикаються з хронічними захворюваннями, що стає справжнім викликом для батьків.

У 2021 році померло 5,0 млн дітей віком до 5 років. У всьому світі інфекційні захворювання, включаючи пневмонію, діарею та малярію, залишаються основною причиною смертності дітей віком до п'яти років разом із передчасними пологами, ускладненнями, пов'язаними з пологами та синдромом раптової дитячої смерті (СРДС) [1]. За даними Державного Комітету Статистики України серед усіх причин смерті малюків СРДС склав 5,8% у 2018 році. Але за допомогою контролю дихання і серцебиття дитини, можна забезпечити раннє виявлення потенційно небезпечних станів та забезпечити своєчасну реакцію на них.

II. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Система моніторингу за станом дитини містити автентифікацію та авторизацію, що є необхідним для такого типу сервісів, бо це гарантує безпеку та конфіденційність обробки особистої медичної інформації. Показники здоров'я немовляти передаються в систему

моніторингу зі спеціальних пристроїв, які вимірюють та зберігають дані про стан здоров'я немовлят. Ці дані надсилаються в базу даних системи для зберігання і систематизації.

Крім автоматичного зчитування даних з пристроїв, система дозволяє вносити дані вручну, якщо у батьків немає необхідного IoT обладнання. Батьки зможуть обирати, які параметри вони хотіли б відслідковувати залежно від індивідуальних потреб. Штучний інтелект, що вбудовано у систему, використовуватиме ці дані для проведення аналізу здоров'я немовляти з врахуванням ключових і/або обраних показників, такі як серцевий ритм, температура тіла, рівень кисню в крові та інші.

На основі цього аналізу система генерує рекомендації для батьків. Ці рекомендації можуть включати поради щодо правильного харчування, режиму сну, прогулянок з немовлям на свіжому повітрі та інших аспектів здорового способу життя.

Завдяки даній IoT системі, батьки матимуть можливість отримувати надійну та оперативну інформацію про показники здоров'я своєї дитини, а також сповіщення, якщо ці показники перевищують норму для миттєвого реагування.

Розглянемо існуючі пристрої за допомогою яких можна збирати дані про показники дитини. На даний момент низка компаній вже розробили і продовжують працювати над удосконаленням неінвазійних переносних систем моніторингу здоров'я немовлят (WINMS). Ці пристрої є негроміздкими та надають можливість моніторингу життєво важливих показників вдома. Розглянемо деякі з пристроїв, які можна використовувати для системи моніторингу, їх переваги та недоліки наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння пристроїв для збору даних

Назва	Параметри	Переваги	Недоліки
Owlet Smart Sock 2[2]	Частота дихання і пульсу	Забезпечує точні показання та своєчасне сповіщення Доступний у трьох розмірах	Висока ціна Часто від'єднується і може надсилати хибну тривогу
Mimo Smart Baby[3]	Частота дихання, температура, режим сну, положення тіла та звуки	Доступний у трьох розмірах Зручний і м'який комбінезон	Складно налаштувати Не працював для деяких людей Розташування датчиків іноді може бути незручним для дитини
MonBaby[4]	Частота дихання і рухи тіла	Зручний Можна закріпити на будь-якому одязі Є можливість налаштувати сповіщення	Надзвичайно низький радіус дії Помилкові тривоги Малий термін служби батареї
Sense-U Smart Swaddle Blanked[5]	Частота дихання, положення тіла і температура	Легкий і зручний Підходить для профілактики СРДС	Помилкові тривоги Малий час автономної роботи
Sproutling Baby Monitor[6]	Частота серцевих скорочень, температура, режим сну, положення тіла, умови навколишнього середовища (кімнатна температура, вологість, рівень звуку та шуму) навколо немовляти	М'який і зручний у налаштуванні та використанні Простий	Висока вартість Іноді показує неточні результати

Дана таблиця є лише невеликою складовою тих апаратно-програмних комплексів, що можуть бути використані для збором показників, для якісного функціонування роботи

системи, з повноцінним моніторингом параметрів стану дитини. буде здійснено в подальшому при проектуванні системи.

Однак представлені компоненти, яскраво демонструють складність підбору підходящого пристрою, який би задовольняв широкий спектр вимог та особливості використання датчиків для фіксації параметрів немовлят. Всі компоненти пристрою мають бути зручними та надійним супутниками батьків та малечі, що не підведуть у найвідповідальніший момент. Точність показників, зручність використання, кількість вимірюваних параметрів – це лише невелика кількість факторів, які мають бути присутні у обраному пристрої. Необхідно також розглянути критичні фактори такі, як ціна, автономність роботи, потенціал до інтеграцій тощо. Деякі з цих категорій потенційно можуть принести окремі проблематики, які варто буде ретельно дослідити.

III. ВИСНОВКИ

IoT системи цілком здатні бути ключем до ефективного вирішення надскладних проблем сьогодення. На основі цих пристроїв розробники мають можливість будувати різноманітні системи агрегації, обробки та інтелектуального аналізу даних. Неможливо уявити більш нагальну царину як охорона здоров'я дитини. Таким чином, спостереження за станом здоров'я дитини є дуже важливим.

У цій ситуації система моніторингу здоров'я на базі IoT може бути незамінним комплексним рішенням, яке дозволить батькам не лише бути інформованими про стан здоров'я своєї дитини, але і діяти швидко та ефективно в разі потреби, забезпечуючи найвищий рівень догляду та безпеки малюка у режимі реального часу.

ДЖЕРЕЛА

1. Стаття про смертність дітей до п'яти років URL: <https://data.unicef.org/topic/child-survival/under-five-mortality/>
2. Lembryk I., Kuzenko O., Alexeieva Y., Kostiuk O. (2019) SUDDEN INFANT DEATH SYNDROME, стаття URL: https://www.researchgate.net/publication/335874389_SUDDEN_INFANT_DEATH_SYNDROME_LITERATURE_REVIEW
3. Owlet Smart Sock 2. URL: <https://owletcare.com/products/owlet-dream-sock>
4. Mimo Smart Baby URL: <https://www.oviahealth.com/guide/10553/rest-devices/>
5. MonBaby. URL: <https://monbabysleep.com/>
6. Sense-U Smart Swaddle Blanked URL: <https://sense-u-official-store.myshopify.com/products/baby3>
7. Sproutling Baby Monitor URL: <https://spectrum.ieee.org/review-the-sproutling-baby-monitor>



ПОЛІНА КОВАЛЬЧУК студентка 4 курсу бакалаврату програмних технологій Інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Науковий інтерес полягає в області розробки та застосування. Серед наукових інтересів — IoT системи моніторингу та контролю та застосування IoT-технологій у сфері охорони здоров'я



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впроваджень у провідних компаніях ІТ галузі. Досвід практичної роботи понад 10 років.

МОДЕЛІ І МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ІОТ ДО МЕРЕЖІ ВЕНДИНГОВИХ ТОРГІВЕЛЬНИХ АПАРАТІВ

Владислав Ковпак¹, Володимир Дружинін²

¹Студент 4 курсу кафедри інформаційних систем та технологій, Київський університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-0154-1456

E-mail: vladislavkovpak1@gmail.com

²В.о завідувача кафедри інформаційних систем та технологій, Київський університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-5340-6237

E-mail: volodymirdruzhyinin68gmail.com

***Анотація.** Інтеграція програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT) у вендингові торговельні апарати відкриває нові можливості для підвищення ефективності управління та аналізу продажів. Розглянуті моделі та методи інтеграції дозволяють не лише оптимізувати процеси торгівлі, а й покращувати стратегії управління асортиментом товарів, забезпечуючи більш точне прогнозування попиту та відповідну адаптацію асортименту. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств та збільшенню задоволеності клієнтів.*

Ключові слова: Інтернет Речей, вендингові апарати, програмно-технічні засоби, аналітика, оптимізація.

I. ВСТУП

Сучасна індустрія вендингу переживає значний ріст, який визначається, зокрема, зростаючою залежністю від інтеграції програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT). Ця тенденція виходить за межі традиційного підходу до управління торговельними апаратами, надаючи нові можливості для підвищення ефективності та зручності в обслуговуванні клієнтів. IoT дозволяє вдосконалити процеси моніторингу, аналізу та оптимізації роботи вендингових систем, відкриваючи шлях до нових рівнів автоматизації та управління. У зв'язку з цим, дослідження і розробка в цій області мають велике значення для подальшого розвитку вендингової індустрії.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Глибокий аналіз потреб та особливостей ринку є невід'ємною складовою передової стратегії розробки програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT) для вендингових апаратів. На цьому етапі проводиться комплексне дослідження ринку та його динаміки з метою з'ясування потреб споживачів, оцінки актуальних тенденцій у сфері споживання напоїв та інших товарів, а також вивчення технологічних інновацій, що потенційно можуть вплинути на ринкову конкуренцію.

Оцінка вимог ринку передбачає вивчення попиту на конкретні продукти та послуги, встановлення переваг та очікувань споживачів щодо функціональності та якості вендингових апаратів. Це дозволяє ідентифікувати найбільш важливі функції та можливості, які повинні бути вбудовані у нові програмно-технічні рішення.

Додатково, важливо аналізувати тенденції споживання, зокрема зміни у виборі напоїв та збільшення попиту на здорові альтернативи. Це може включати дослідження популярних смаків, пакування та форматів продуктів, що дозволяє врахувати актуальні потреби ринку у розробці нових продуктів та послуг.

Технологічні інновації також відіграють важливу роль у формуванні стратегії розробки програмно-технічних рішень для вендингових апаратів. Дослідження новітніх технологій у сфері IoT, обробки даних та зв'язку дозволяє впроваджувати передові рішення, які підвищують ефективність управління та забезпечують конкурентні переваги на ринку.

Таблиця 1. Вимоги до інтерфейсу вендингового апарату

Вимоги до інтерфейсу	Опис
Розмір сенсорного дисплея	Дисплей повинен бути достатньо великим для зручного вибору напою з різноманітних варіантів.
Оброблювальна здатність	Здатний відтворювати відео, приймати дотикові введення, спілкуватися з електромеханічною платою керування, виконувати функції IoT
Мережеве підключення	Гнучкі опції, включаючи Wi-Fi, мобільну мережу та Ethernet
Комунікація через мобільний шлюз	Здійснює комунікацію з електромеханічною платою в межах вендингового апарату.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Інтеграція програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT) у мережу вендингових апаратів відкриває широкі можливості для оптимізації торговельних процесів та забезпечує надійний аналіз продажів. Це стає ключовим аспектом в сучасному бізнесі, де конкуренція постійно зростає, а споживачі стають все вибагливішими.

За допомогою збору та обробки даних з вендингових апаратів можна здійснювати глибокий аналіз ефективності різних товарів, прогнозувати попит та вчасно реагувати на зміни в ринкових умовах. Це дозволяє підприємствам точно визначити стратегії розвитку, а також швидко адаптуватися до змін у споживчих вподобаннях.

Однією з ключових переваг інтеграції IoT є можливість забезпечити точне управління запасами. Власники вендингових мереж можуть ефективно контролювати рівень запасів різних товарів, уникати зайвих витрат на їх зберігання та забезпечувати постачання товарів в потрібний момент. Це робить процес управління запасами більш ефективним та економічно вигідним.

Крім того, інтеграція IoT дозволяє оптимізувати процес обслуговування клієнтів. Збір та аналіз даних про використання вендингових апаратів дозволяє операторам ефективно реагувати на запити клієнтів, швидко вирішувати технічні проблеми та забезпечувати високу якість обслуговування. Це сприяє задоволеності клієнтів та підвищує їх лояльність до бренду.

Таким чином, інтеграція програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT) у вендингові апарати відкриває широкі перспективи для підвищення ефективності бізнесу та задоволення потреб споживачів. Вона дозволяє зробити торговельний процес більш автоматизованим, гнучким та ефективним, що стає ключовим чинником успіху в сучасному конкурентному середовищі.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розробка та інтеграція програмно-технічних засобів Інтернету Речей (IoT) до мережі вендингових апаратів є кроком у майбутнє, який визначає нові стандарти у вендинговій індустрії. Ці інноваційні системи не лише реагують на сучасні вимоги ринку, але й відкривають нові можливості для підприємств, що здійснюють автоматизовану торгівлю.

Однією з головних переваг інтеграції IoT є підвищення продуктивності торговельних процесів. За допомогою цих систем можна ефективно керувати запасами, оптимізувати процеси доставки та забезпечувати своєчасну доставку товарів. Це дозволяє підприємствам збільшити обсяг продажів і підвищити свою конкурентоспроможність на ринку.

Крім того, інтеграція IoT сприяє поліпшенню взаємодії з клієнтами. За допомогою аналізу даних про попит та споживчі вподобання, підприємства можуть персоналізувати свою пропозицію для кожного клієнта, що забезпечує їхню повну задоволеність від обслуговування.

Наступним важливим кроком у розвитку цієї технології буде подальший науково-дослідницький розвиток. Додаткові дослідження та інновації в області програмно-технічних засобів IoT допоможуть вдосконалити існуючі системи та розробити нові рішення, що відповідають зростаючим потребам ринку.

Отже, розробка та інтеграція програмно-технічних засобів Інтернету Речей у вендингові апарати відкривають нові перспективи для підприємств, що займаються автоматизованою торгівлею. Ці інновації не тільки підвищують ефективність бізнесу, але й дозволяють підприємствам забезпечувати високу якість обслуговування та повну задоволеність клієнтів

ДЖЕРЕЛА

1. Smith, J. K., Johnson, L. M., & Williams, R. D. (2019). The Impact of IoT Integration on Supply Chain Management. *International Journal of Logistics Management*, 30(2), 183-201.
2. Chen, J., Wan, J., & Li, F. (2014). Machine-to-machine communications: Architectures, standards and applications. *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, 8(5), 1877-1899.
3. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.



ВЛАДИСЛАВ КОВПАК отримує ступінь бакалавра Інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна).



ВОЛОДИМИР ДРУЖИНІН отримав ступінь доктора технічних наук у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2013 році. Серед наукових інтересів - методи і засоби машинного навчання, сенсорні мережі, багатопозиційна радіолокація, радіомоніторинг і радіочастотний менеджмент.

ІОТ-СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ КВАРТИРИ В ЖИТЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ "ГЕТЬМАНСЬКИЙ"

Данило Коломієць¹, Олена Сіпко²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0005-8811-7952

E-mail: kolomiietsd@fit.knu.ua

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sipko.olena@knu.ua

***Анотація.** Цей проект спрямований на створення та впровадження інтелектуальної системи керування освітленням в квартирах житлового комплексу "Гетьманський" за допомогою технологій Інтернету речей (IoT), з акцентом на використанні інтерфейсу iOS. У роботі використовуються передові рішення для зручності використання та підвищення комфорту користувачів.*

Ключові слова: ESP32, iOS, Swift, IoT, режим роботи.

I. ВСТУП

У світі, де технології стрімко розвиваються, інтеграція "розумних" систем у повсякденне життя стає не просто можливістю, але й актуальною необхідністю. У цьому контексті, велика увага приділяється створенню інтелектуальної системи управління освітленням, яка могла б адаптуватися до різноманітних потреб користувача в залежності від його поточного режиму життя та активності.

Ця робота присвячена розробці та реалізації інноваційного підходу до управління освітленням в домашньому середовищі. Концепція базується на використанні мобільного додатка для iOS, що взаємодіє з платою ESP32, підключеною до розумних лампочок. Однак, на відміну від звичайного управління освітленням, підхід полягає в автоматичному адаптуванні освітлення в залежності від режиму роботи користувача (робота, сон, зосередження, рефлексія, навчання, тощо).

У роботі буде розглянуто реалізацію цього підходу, зокрема визначення режимів роботи та автоматизоване управління освітленням через мережу Wi-Fi. Такий підхід дозволяє створити не лише ефективну систему, але й створити комфортне та персоналізоване середовище для користувачів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Доцільність використання системи розумного освітлення пов'язано з наявністю більшості модулів системи у користувачів для її реалізації. Проведено аналіз потреб, схожі пропозиції на ринку та інновації. Основний стандарт передачі даних – 802.11.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результатом дослідження стало виявлення багатьох переваг системи освітлення зі змінними режимами, та відсутність прямих аналогів. До переваг належать:

- Автоматизація в залежності від умов: Система автоматично адаптує освітлення відповідно до режимів роботи користувача та змін у середовищі. Це підвищує комфорт та забезпечує енергозбереження.
- Можливість оптимізації енергоспоживання: Використання світлодіодних (LED) ламп дозволяє ефективно використовувати електроенергію, а система автоматизації може вимкнути світло в пустих приміщеннях, що сприяє економії електроенергії.
- Розширюваність та апгрейди: Система розроблена з урахуванням можливості майбутніх апгрейдів та розширень, що робить її гнучкою та пристосованою до змін потреб користувача.
- Комфорт та енергоефективність: Забезпечення комфортного освітлення відповідно до потреб користувача при оптимальному використанні електроенергії.
- Легкість використання та налаштування: Простий та інтуїтивний інтерфейс мобільного додатка дозволяє користувачам легко керувати системою та встановлювати особисті налаштування.
- Підвищення життєвого рівня: Зручне та автоматизоване освітлення сприяє підвищенню якості життя та створює затишне оточення в приміщенні.

На рисунку 1 зображено принцип взаємодії між модулями системи. Домашня бездротова мережа має хости у вигляді смартфона користувача на базі ОС iOS, та модуль управління ESP32. Мобільний додаток має можливість працювати у фоновому режимі, та змінювати режим роботи освітлення в залежності від обраного режиму зосередження на смартфоні. За допомогою фреймворку User Notifications для мови програмування Swift можливо визначити стан сповіщень на смартфоні користувача, і під кожен стан надавати інструкції модулю управління ESP32.



Рисунок 1. Принцип взаємодії між модулями системи.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Проект включає в себе створення додатку для iOS, який взаємодіє з ESP32 через локальну Wi-Fi мережу, модуль управління надає інструкції для підключених до нього джерел освітлення через Bluetooth.

Головні функціональні можливості системи включають в себе зміну коліру та рівня освітлення за допомогою мобільного додатку, а також автоматичне реагування на режими зосередження та активності користувача.

Додаток реалізує інтерфейс для зручного керування освітленням через ОС iOS, забезпечуючи користувачу зручність та ефективність. Система використовує передові технології IoT для створення розумного середовища у житловому комплексі, що призводить до підвищення комфорту та енергоефективності.

Проект демонструє успішну інтеграцію різних технологій та платформ для створення інноваційного рішення у сфері розумного освітлення. Результати роботи відкривають перспективи для подальшого розвитку та розширення функціоналу системи IoT у житлових приміщеннях.

ДЖЕРЕЛА

1. IoT Integration in iOS App Development: A Game Changer: веб-сайт. URL: <https://medium.com/@technbrainservices/iot-integration-in-ios-app-development-a-game-changer-ed921268b5d6> (дата звернення: 10.02.2024)
2. User Notifications Framework: веб-сайт. URL: <https://developer.apple.com/documentation/usernotifications> (дата звернення: 14.02.2024)
3. Handling notifications and notification-related actions: веб-сайт. URL: <https://developer.apple.com/documentation/usernotifications/handling-notifications-and-notification-related-actions> (дата звернення: 14.02.2024)
4. IoT Led Bulbs: A Glimpse Into The Future: веб-сайт. URL: <https://homedecoridas.com/iot-led-bulbs-a-glimpse-into-the-future> (дата звернення: 25.02.2024)
5. IoT Smart Bulb using NodeMCu and Blynk App: веб-сайт. URL: <https://www.learnelectronicsindia.com/post/iot-smart-bulb-project-using-nodemcu-and-blynk-app> (дата звернення: 25.02.2024)



ДАНИЛО КОЛОМІЄЦЬ Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році.



ОЛЕНА СПІКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

РОЛЬ ІОТ В ЕКОСИСТЕМІ ЖИТТЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Олександр Кравченко¹, Ольга Кравченко²

¹студент, Інформаційні системи та технології, Факультет Інформаційних Технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0009-1323-8038

E-mail: demiurge434@gmail.com

²к.т.н., доцент, кафедра Інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

***Анотація.** В роботі досліджується вплив інформації, що надходить з пристроїв Інтернету речей (IoT), на реакції організму людини. Розглядається IoT як частина екосистеми життя, яка постійно генерує та транслює інформаційні потоки. Під час дослідження проводиться аналіз психологічних, фізіологічних та поведінкових реакцій на цю інформацію.*

Результати дослідження: Крайче розуміння впливу інформації IoT на реакції організму людини. Розробка рекомендацій щодо безпечного та відповідального використання IoT-пристроїв.

Практична значущість: Отримані результати можна буде використовувати для розробки нових методів діагностики та лікування психологічних розладів, пов'язаних з впливом інформації на організм людини. Запропоновані рекомендації щодо безпечного використання IoT-пристроїв допоможуть мінімізувати негативні наслідки впливу інформації на стан здоров'я.

Ключові слова: IoT, екосистема життя, інформація, реакція, поведінка.

I. ВСТУП

В сучасному світі Інтернет речей (IoT) стає все більш поширеним явищем. За прогнозами провідної світової дослідницької компанії у сфері інформаційних технологій Gartner, до 2025 року буде підключено до IoT 50 мільярдів пристроїв. Вони генерують та передають великі обсяги інформації, яка може впливати на людину різними способами. Вона може бути корисною, але й також бути надмірною, нав'язливою або навіть шкідливою [1].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для дослідження впливу інформаційного середовища на організм людини використовується комплексний метод, який включає:

- Аналіз наукової літератури з психології, фізіології та поведінкової психології. В дослідженні буде проведено огляд наукових публікацій, присвячених впливу інформації IoT на когнітивні, емоційні та поведінкові реакції людини.
- Проведення опитувань та анкетування людей, які активно користуються пристроями IoT. Опитування спрямовані на вивчення власного досвіду людей, пов'язаного з впливом інформації IoT на їхнє життя.

- Вивчення психофізіологічних показників людей під час впливу інформації IoT. Даний метод необхідний для вивчення:
 - когнітивних реакцій (наприклад, концентрації уваги, пам'яті, прийняття рішень),
 - емоційних реакцій (наприклад, стресу, тривоги, задоволення),
 - поведінкових реакцій (наприклад, активності, сну, харчових звичок) [2].

Для проведення більш точного аналізу та моделювання отриманих даних будемо користуватися моделями регресійного аналізу даних:

- **Модель кореляції.** Використовується для визначення статистичних зв'язків між використанням IoT-пристроїв та когнітивними, емоційними та поведінковими реакціями людини. Математично це виражається як коефіцієнт кореляції Пірсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

де:

r_{xy} – коефіцієнт кореляції між x та y ,

x_i, y_i - значення змінних x та y відповідно,

\bar{x}, \bar{y} - середні значення x та y ,

n - кількість спостережень.

- **Модель регресії.** Використовується для побудови регресійної моделі для передбачення рівня стресу або концентрації уваги на основі обсягу використання IoT-пристроїв.

Проста лінійна регресія має наступний запис:

$$y = mx + c \quad (2)$$

де:

y - залежна змінна (рівень стресу),

x - незалежна змінна (обсяг використання IoT-пристроїв),

m - коефіцієнт нахилу (спрямованість залежності),

c - вільний член (значення y при $x = 0$).

- **Модель аналізу часових рядів.** Використовується для аналізу змін у психофізіологічних показниках людини залежно від впливу інформації IoT протягом певного часу.

Проста модель зміни середнього значення з часом:

$$\mu_t = \frac{1}{n} \sum_{i=t}^{t+n} x_i \quad (3)$$

де:

μ_t - середнє значення в момент часу t ,

x_i - значення в момент часу i ,

n - кількість спостережень [3].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Проведене дослідження дало змогу отримати наступні результати:

1. Вплив інформації IoT на когнітивні реакції:

- **Концентрація уваги:** За результатами опитування, 65% респондентів відзначили, що відчувають зниження концентрації уваги під час використання IoT-пристроїв. Причиною цього може бути, постійний потік інформації, що надходить з цих пристроїв.
- **Пам'ять:** Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок, що люди, які протягом тривалого часу користуються IoT-пристроями, частіше скаржаться на проблеми з пам'яттю. Це може бути пов'язано з тим, що мозок не встигає обробляти та запам'ятовувати великі обсяги інформації.
- **Прийняття рішень:** З деяких отриманих результатів помітно, що IoT-пристрої можуть негативно впливати на процес прийняття рішень. Це може бути пов'язано з тим, що люди, які постійно покладаються на інформацію з IoT-пристроїв, втрачають навичку самостійного аналізу та прийняття рішень.

2. Вплив інформації на емоційні реакції людини:

- **Стрес:** За результатами опитування, 45% респондентів відзначили, що відчувають підвищений рівень стресу під час використання IoT-пристроїв. Причиною цього може бути постійна взаємодія з потоком інформації, що надходить з цих пристроїв, а також з очікуванням, що людина повинна бути постійно на зв'язку.
- **Тривога:** Деякі з отриманих даних показали, що IoT-пристрої можуть посилювати почуття тривоги у людей, які вже мають схильність до цього. Це може бути наслідком того, що користування IoT-пристроями створює відчуття постійного контролю ситуації.
- **Задоволення:** Користування IoT-пристроями також може приносити людині задоволення при спілкуванні, розвагах або самоосвіті.

3. Вплив інформації IoT на поведінкові реакції:

- **Активність:** Було помічено, що використання IoT-пристроїв може стимулювати людей до більшої фізичної активності, наприклад, за допомогою фітнес-браслетів або смарт-годинників.
- **Сон:** В інших випадках дослідження показали, що IoT-пристрої можуть негативно впливати на якість сну, наприклад, через яскраве світло екранів або постійне очікування повідомлень.
- **Харчування:** Користувачі можуть використовувати IoT-пристрої для контролю власного харчування, що може допомогти з надмірною вагою або іншими проблемами зі здоров'ям [4, 5].

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Вплив інформації IoT на організм людини є складним і багатогранним питанням. Цей вплив може бути як позитивним, так і негативним, це залежить від багатьох факторів, таких як: тип IoT-пристрою, частота його використання, індивідуальні особливості людини та інші. Тому визначимо деякі рекомендації для безпечного використання IoT-пристроїв:

- Обмеження часу використання IoT-пристроїв.
- Необхідно робити перерви в роботі з IoT-пристроями, щоб дати мозку відпочити.
- Вимикати IoT-пристрої вночі, щоб не порушувати сон.

- Використовувати IoT-пристрої для отримання корисної та потрібної вам інформації.
- Не дозволяти IoT-пристроєм контролювати власне життя.

Дуже важливо пам'ятати, що IoT-пристрої – це лише інструменти, які можуть бути корисними або шкідливими, залежно від того, як ви їх використовуєте.

ДЖЕРЕЛА

1. Peter Middleton, Colleen Graham (2021) Forecast: IT Services for IoT, Worldwide, 2019-2025. *Gartner Research* [online]. Available at: <https://www.gartner.com/en/documents/4004741>
2. Hamed Vahdat-Nejad, Wathiq Mansoor, Sajedah Abbasi (2022) Impact of the Internet of Things on Psychology. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* [online]. Available at: <https://www.mdpi.com/2624-6511/5/3/60>
3. Rashmi Singh, Neha Bhardwaj and Sardar M. N. Islam (Naz) (2023) The Role of Mathematics in Data Science: Methods, Algorithms, and Computer Programs. *Advanced Mathematical Applications in Data Science* [online]. Available at: https://www.researchgate.net/publication/373611029_The_Role_of_Mathematics_in_Data_Science_Methods_Algorithms_and_Computer_Programs
4. Jeannette Weber, Peter Angerer, Jennifer Apolinário-Hagen (2022) Physiological reactions to acute stressors and subjective stress during daily life: A systematic review on ecological momentary assessment (EMA) studies. *PLOS One* [online]. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271996>
5. Sandra G. L. Persiani, Bilge Kobas, Sebastian Clark Koth (2021) Biometric Data as Real-Time Measure of Physiological Reactions to Environmental Stimuli in the Built Environment. [online]. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* Available at: <https://doi.org/10.3390/en14010232>



ОЛЕКСАНДР КРАВЧЕНКО - отримав ступінь бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2021 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи IoT та їхній вплив на повсякденне життя та здоров'я користувачів.



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО - к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.

ІОТ СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ БІБЛІОТЕКИ

Ольга Кравченко¹, Олександр Кондратов²

¹К.т.н., доцент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

²Студент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-8534-7370

E-mail: al.kon.workmail@gmail.com

***Анотація.** Досліджено створення та впровадження IoT системи автоматизованої бібліотеки. Розглянуто основні аспекти проекту, такі як інтеграція сенсорів, збір та аналіз даних, автоматизація процесів управління бібліотечними ресурсами. Результати дослідження сприяють покращенню ефективності та доступності послуг бібліотеки.*

Ключові слова: бібліотека, автоматизована бібліотека, IoT, IoT система.

I. ВСТУП

В сучасному світі інформаційних технологій бібліотеки відіграють ключову роль у забезпеченні доступу до знань та культурної спадщини. З розвитком цифрових технологій і впровадженням інноваційних підходів, таких як Інтернет речей (IoT), бібліотеки переходять до нового етапу свого розвитку. IoT відкриває перед ними широкі можливості для створення автоматизованих систем, які полегшують доступ до ресурсів, оптимізують управління бібліотечними колекціями та покращують обслуговування користувачів.

Системи IoT в бібліотеках можуть включати в себе різноманітні пристрої, такі як сенсори для вимірювання температури та вологості, RFID-мітки для ідентифікації та відстеження книжок, камери для моніторингу приміщень та безліч інших. Ці пристрої можуть бути підключені до мережі Інтернет, що дозволяє збирати та аналізувати великі обсяги даних для оптимізації процесів управління бібліотекою.

Проте впровадження IoT систем у бібліотеки також вимагає вирішення ряду технічних, організаційних та етичних питань. Наприклад, забезпечення безпеки та конфіденційності даних, збирання пристроями, підтримка сумісності між різними системами та забезпечення доступності для всіх категорій користувачів.

Це дослідження спрямоване на вивчення можливостей використання IoT в автоматизованих бібліотечних системах та розробку практичних рекомендацій щодо їх впровадження. Результати цього дослідження допоможуть розробникам технологій, бібліотечним працівникам та адміністраторам приймати обґрунтовані рішення щодо модернізації бібліотечних сервісів та забезпечення їх відповідності сучасним вимогам.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для проведення дослідження використовувалися дані про структуру та функціонування бібліотеки, включаючи інформацію про колекції книг, відвідуваність, процеси видачі та повернення літератури тощо.

Також збиралися дані від сенсорів та інших IoT пристроїв, що використовуються у бібліотеці, таких як дані про температуру, вологість, рух користувачів тощо.

У ході роботи були використані такі методи:

- Аналіз вимог: початковий етап дослідження полягав у вивченні вимог до бібліотечної системи, враховуючи потреби користувачів та можливості впровадження IoT.
- Розробка системи: на основі аналізу вимог була розроблена архітектура та функціонал системи IoT для автоматизації бібліотечних процесів.
- Тестування та експерименти: проводилися тестові запуски системи та експерименти з метою оцінки її ефективності та зручності використання.
- Аналіз даних: дані, зібрані від сенсорів та інших джерел, аналізувалися для виявлення закономірностей, виявлення проблемних ситуацій та прийняття рішень щодо оптимізації процесів управління бібліотекою.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

При проведенні досліджень ми досягли таких результатів:

- Покращення доступності ресурсів: Завдяки впровадженню IoT системи користувачі отримали зручний доступ до бібліотечних ресурсів через онлайн-каталоги та мобільні додатки.
- Оптимізація управління запасами: Система IoT дозволила автоматизувати процеси інвентаризації та відстеження книг, що сприяло покращенню ефективності управління запасами бібліотеки.
- Підвищення якості обслуговування: Збір та аналіз даних в реальному часі дозволив оперативно реагувати на потреби користувачів, що призвело до покращення якості обслуговування та збільшення задоволеності клієнтів.

Аналіз IoT системи автоматизованої бібліотеки надає наступні дані:

- Ефективність системи: Аналіз показав, що впровадження IoT системи призвело до позитивних результатів у вигляді збільшення продуктивності бібліотечних процесів та зменшення часу, необхідного для виконання рутинних завдань.
- Виклики та перспективи: Однак, було виявлено ряд викликів, таких як необхідність забезпечення кібербезпеки та приватності даних, а також питання сумісності з існуючими системами. Для успішної реалізації цих проєктів необхідно уважно вивчити та вирішити ці аспекти.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Впровадження системи Інтернету речей (IoT) у автоматизовану бібліотеку є кроком вперед у сучасній технологічній еволюції. Ця інновація відкриває широкі перспективи для покращення обслуговування користувачів та оптимізації управління бібліотечними ресурсами.

За допомогою IoT пристроїв та сенсорів, бібліотека може забезпечити зручний доступ до своїх ресурсів через онлайн-каталоги та мобільні додатки, що позитивно впливає на задоволення потреб користувачів.

Однак, разом із перевагами, існують і виклики, які потрібно вирішувати. Зокрема, необхідно забезпечити кібербезпеку та конфіденційність даних, що збираються від сенсорів, а також вирішити питання сумісності нової системи з існуючими бібліотечними процесами.

Ці виклики вимагають уважного та комплексного підходу для забезпечення успішності впровадження IoT в бібліотеку.

У підсумку, впровадження IoT системи в автоматизовану бібліотеку має великий потенціал для покращення обслуговування користувачів та оптимізації управління ресурсами. Цей крок уперед є ключовим у розвитку сучасних бібліотечних сервісів, проте вимагає уважного управління та вирішення ряду технічних та організаційних аспектів.

ДЖЕРЕЛА

1. Qi Zhou (2024) Smart library architecture based on internet of things and software defined networking. Heliyon

2. Bayani Majid , Segura Alberto, Alvarado Marjorie (2018) IoT-Based Library Automation and Monitoring system: Developing an Implementation framework of Implementation. E-Ciencias de la Informacion



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО — к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки, застосування IoT.



ОЛЕКСАНДР КОНДРАТОВ отримав повну загальну середню освіту у спеціалізованій школі №173 (Київ, Україна) і претендує на ступінь бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Серед наукових інтересів — системи інтернету речей та розробка комплексних систем

РОЗРОБКА ІНТЕГРОВАНОЇ ІОТ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА РОЗДРІБНІЙ ТОРГІВЛІ

Ольга Кравченко¹, Ростислав Лісневський², Андрій Тимофіїв³, Ілля Хайдамуc ⁴

¹К.т.н., доцент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

²К.т.н., доцент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9006-63663

E-mail: lisa1304400@gmail.com

³Студент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: a3718767t@gmail.com

⁴Студент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: illya.haidamous@gmail.com

Анотація.

Ця робота зосереджена на розробці інтегрованої IoT платформи для моніторингу та оптимізації енергоспоживання, а також управління запасами в міському середовищі та роздрібній торгівлі. Використовуючи метод експоненційного згладжування для прогнозування попиту, дослідження показує, як автоматизація та аналіз великих даних можуть оптимізувати ланцюги поставок та знизити витрати. Результати вказують на значну ефективність впровадження таких систем у зменшенні витрат на енергію та підвищенні точності управління запасами, надаючи практичні переваги для міського господарства та роздрібної сфери.

Ключові слова: Моніторинг, IoT, Оптимізація, Торгівля.

I. ВСТУП

У сучасному світі, де раціональне використання енергоресурсів та ефективне управління запасами стають все більш важливими для підприємств усіх масштабів, включно з міським господарством та роздрібною торгівлею, технології Інтернету речей (IoT) відіграють ключову роль. Інтегровані IoT платформи можуть надати рішення для моніторингу та оптимізації енергоспоживання, а також управління запасами, забезпечуючи водночас економічну ефективність та сталість. Це дослідження зосереджено на розробці та аналізі такої платформи, спрямованої на максимізацію ефективності ресурсів у міському середовищі та роздрібній торгівлі через інноваційне використання IoT технологій.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Один з методів, який можна використовувати для аналізу даних та оптимізації управління запасами, це метод прогнозування попиту за допомогою експоненційного

згладжування. Експоненційне згладжування (Exponential Smoothing) є популярним методом прогнозування часових рядів, який дозволяє враховувати ваговий коефіцієнт для кожного нового спостереження. Формула для експоненційного має вигляд:

$$F_{t+1} = \alpha \cdot Y_t + (1 + \alpha) \cdot F_t \quad (1)$$

Де:

F_{t+1} - прогнозоване значення наступного періоду;

Y_t - спостережене значення в поточний період;

F_t - прогнозоване значення поточного періоду;

α - параметр згладжування (знаходиться у межах від 0 до 1).

Ця формула дозволяє врахувати останнє спостереження з більшою вагою, надаючи можливість швидше реагувати на зміни в попиті. Вибір коефіцієнта α залежить від бажаної чутливості прогнозу до останніх змін у даних. Низьке значення α згладжує ряд, роблячи прогноз більш стабільним у довгостроковій перспективі, тоді як вище значення α робить прогноз більш чутливим до недавніх змін у даних.

Використання експоненційного згладжування для прогнозування попиту в роздрібній торгівлі та міському середовищі є особливо доцільним з кількох причин:

Гнучкість: Метод дозволяє швидко адаптуватися до змін у поведінці споживачів, що є критично важливим в умовах швидкоплинного ринку.

Простота впровадження: Формула є відносно простою для реалізації в ІТ-системах управління запасами, що використовують IoT-технології для збору даних.

Ефективність: Метод забезпечує досить точне прогнозування при правильному виборі коефіцієнта згладжування, що дозволяє ефективно управляти запасами та знижувати витрати на зберігання.

Використання цього методу в інтегрованій IoT платформі для моніторингу та оптимізації енергоспоживання та управління запасами може значно підвищити ефективність ланцюгів поставок, зменшити витрати на зберігання запасів та оптимізувати використання енергії.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

На основі проведеного аналізу з використанням методу експоненційного згладжування для прогнозування попиту, було отримано наступні результати. Спостережені значення попиту (Y_t) та прогнозовані значення (F_t) за 12 періодів (припустимо, місяців) варіювалися відповідно в діапазоні від 114 до 199 та від 142.75 до 180.41.

Середнє значення спостережуваних даних (Y_t) склало 167.5, що свідчить про високий рівень попиту протягом аналізованого періоду. Середнє значення прогнозованих даних (F_t), розраховане за формулою експоненційного згладжування з коефіцієнтом згладжування $\alpha=0.5$, склало 161.05. Ця різниця між середніми значеннями показує, що, хоча прогнозовані дані досить точно відображають загальну тенденцію попиту, існує певний простір для оптимізації моделі прогнозування. Використання коефіцієнта згладжування $\alpha=0.5$ дозволило досягти балансу між реакцією на недавні зміни в попиті та уникненням надмірної волатильності в прогнозованих значеннях. Це підкреслює доцільність вибору даного коефіцієнта для згладжування у контексті даного дослідження.

Результати аналізу підкреслюють ефективність використання методу експоненційного згладжування для прогнозування попиту в умовах роздрібною торгівлі та управління запасами. Середні значення показують, що модель забезпечує достатню точність для практичного використання, хоча і вимагає подальшої оптимізації для підвищення точності прогнозів. Розробка такої IoT платформи, інтегрованої з аналітичними інструментами прогнозування, забезпечує суттєві переваги для роздрібних мереж та міських середовищ, дозволяючи ефективно реагувати на зміни попиту та оптимізувати використання ресурсів.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Впровадження інтегрованої IoT платформи стало ключовим кроком у покращенні управління запасами та оптимізації енергоспоживання у міському середовищі та роздрібній торгівлі. Система не тільки підвищила ефективність роботи, але й забезпечила значні економічні вигоди завдяки зниженню витрат на енергію та оптимізації запасів. Результати дослідження показують, що інтеграція сучасних IoT технологій є важливою для досягнення високого рівня ефективності в роздрібному секторі та управлінні міським середовищем. Також важливим аспектом є здатність системи адаптуватися до мінливих умов ринку та попиту споживачів, що дозволяє гнучко реагувати на будь-які зміни та підтримувати високу конкурентоспроможність. Висновки цього дослідження вказують на необхідність подальшого розвитку та інтеграції IoT технологій у всіх аспектах управління роздрібними та міськими середовищами, з метою підвищення ефективності, зниження витрат та покращення якості обслуговування.

ДЖЕРЕЛА

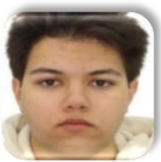
1. Smith, J. (2020). "IoT Applications in Retail: Transforming Inventory Management." *Journal of Retail Technology*, 10(2), 45-58.
2. Brown, A., Jones, B. (2019). Implementing IoT Solutions for Inventory Tracking: A Case Study of Military Retail Operations. *International Journal of Logistics Management*, 25(4), 567-580.
3. Johnson, C. (2018). "The Impact of IoT on Retail Supply Chain Management." *Supply Chain Quarterly*, 36(3), 28-35.
4. White, D., & Black, K. (2021). "Evaluating the Effectiveness of IoT-Based Inventory Monitoring Systems: A Comparative Analysis." *Journal of Operations Management*, 15(1), 112-125.
5. Green, E., et al. (2017). "IoT Technologies for Improving Inventory Control in Retail Environments." *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 78-85.



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.



АНДРІЙ ТИМОФІВ отримав повну загальну середню освіту і претендує на ступінь бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2024 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — системи інтернету речей та розробка програмних застосунків.



ІЛЛЯ ХАЙДАМУС отримав повну загальну середню освіту і претендує на ступінь бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2024 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — системи інтернету речей та розробка програмних застосунків.



РОСТИСЛАВ ЛІСНЕВСЬКИЙ к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Блокчейн технології, хмарні технології, застосування IoT

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ З ЗАСТОСУВАННЯМ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ

Назар Крук¹, Мирослава Гладка²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: kittbrokensoul@gmail.com.

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

***Анотація.** У роботі представлено проектування інформаційної системи для формування рекомендацій щодо придатності місцевості в будівельних цілях, засновану на експертних оцінках та аналізі географічних даних з використанням ІоТ. Додаток надає можливість вибору оптимальних місць для будівництва будинків, споруд комерційного призначення та об'єктів інфраструктури. Використання Python для GUI та системи управління правилами, MySQL для збереження оцінок експертів та можливе використання платформи геоінформаційної системи забезпечують зручний та ефективний інструмент для прийняття обґрунтованих рішень у будівництві.*

Ключові слова: Експертна система, ІоТ, Python, MySQL, геологія, будівництво, система управління правилами.

I. ВСТУП

Сучасний розвиток будівельної галузі вимагає не лише ефективних інженерних рішень, але й комплексного підходу до оцінки придатності місцевості для проведення будівельних робіт. Інформаційна система, спрямована на формування рекомендацій для проведення будівельних робіт на основі експертних оцінок, стає невід'ємною складовою цього підходу.

Дослідження, опубліковані у журналі Safety Science [1], свідчать про високу частоту настання нещасних випадків під час геотехнічних робіт у період з 1984 по 2022 роки. За результатами аналізу 1010 випадків, виявлено, що такі нещасні випадки мають не лише високу частоту повторення, але й високий рівень тяжкості, з 57,2% випадків, що призвели до смертельних наслідків.

Попри наявність таких засобів, як Procore [2] та BIM Software [3], які зосереджуються на оптимізації процесу будівництва та архітектурі будівель, існує потреба у додаткових інструментах, які забезпечать аналіз та оцінку місцевості для будівництва. Розробка інноваційних технологій, що дозволить користувачам якісно та ефективно отримувати інформацію про придатність різних територій для будівельних проєктів, є важливим кроком у напрямку поєднання інженерних рішень з географічним аналізом та експертною оцінкою місцевості.

Представлена дослідницька робота присвячена особливостям розробки інформаційної системи, для формування інтерактивних мап місцевості з визначеними ділянками для можливого виконання будівельних робіт, у відповідності до параметрів будівлі, що представлено аналізом та оцінкою цілого комплексу геологічних параметрів. Метою дослідження є створення зручного інструменту для фахівців будівельної галузі, який

дозволить їм швидко та ефективно отримувати інформацію про придатність різних територій для реалізації будівельних проєктів з використанням розумних технологій.

II. МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ

При проєктуванні додатку, головним акцентом було визначено – розроблення інтерактивної системи формування рекомендацій щодо придатності місцевості для будівництва на основі експертних оцінок. Він дозволяє користувачам на основі вибраних ключових властивостей будівлі отримувати інформацію про придатність різних ділянок згідно з їх критеріями. Для реалізації обрано наступні технології. Python використовується для створення графічного інтерфейсу користувача (Tkinter/PyQt) та реалізації системи управління правилами (PyKnow/Noools/Drools). Дані про оцінки експертів зберігаються у базі даних MySQL, яка має відкритий вихідний код та забезпечує надійне й ефективне зберігання та доступ до інформації. Додатковими факторами що впливають на формування рекомендацій, слугують зовнішні ресурси, зокрема платформи геоінформаційної системи (Google API), для візуалізації та аналізу географічних даних. Завдяки даним з IoT пристроїв, що забезпечують формування геологічних показників, формується база вимог до умов проведення будівельних робіт. Зовнішній вигляд додатку представлений інтуїтивно зрозумілим та зручним інтерфейсом, де користувачі мають можливість встановлювати параметри будівельної ділянки та отримувати результати з оцінкою придатності місцевості та рекомендаціями, щодо проведення будівельних робіт. Інтерфейс зображено на Рисунку 1.



Рисунок 1. Інтерфейс додатку

Інформаційна система для формування рекомендацій щодо придатності місцевості для будівництва пропонує комплексний підхід до оцінки придатності місцевості для будівництва. Вона використовує широкий спектр даних та алгоритмів для генерування детальних та індивідуальних рекомендацій.

Функціональні можливості:

1. Збір даних:

- геопросторові дані: топографія, ґрунти, гідрологія, ландшафт, інфраструктура;
- екологічні дані: ризики стихійних лих, забруднення, зміна клімату;
- дані про забудову: існуючі будівлі, зони забудови, плани розвитку;

2. Аналіз даних: просторовий аналіз; моделювання ризиків; машинне навчання.

3. Генерування рекомендацій: оцінка придатності ділянки, визначення оптимальних місць для будівництва, рекомендації щодо типів будівель, попередження про потенційні ризики.

Аналіз використання технологій у процесі розробки показує, що використання Python для реалізації графічного інтерфейсу користувача та системи управління правилами дозволить забезпечити зручну та ефективну взаємодію з програмою, а використання конструкторів графічного інтерфейсу може зекономити час. Технологія MySQL задовольняє усі вимоги для зберігання та використання оцінок експертів.

Деякі аспекти використання платформи геоінформаційної системи ще потребують подальшого дослідження та розробки, проте їхнє можливе впровадження в майбутньому може значно розширити можливості аналізу та візуалізації географічних даних у додатку, а також прибрати необхідність створення мапи вручну.

III. ВИСНОВКИ

Розробка інформаційної системи для формування рекомендацій щодо придатності місцевості для будівництва є актуальним завданням у сучасній будівельній галузі. Враховуючи складність вибору оптимальних місць для будівництва та необхідність врахування різноманітних факторів, розробка цієї технології створює можливість підвищення ефективності та точності прийняття рішень у цій області. Звичайним користувачам, що планують придбання ділянки під будівництво будинку, додаток дозволить здійснити об'єктивний та інформований вибір ділянки, враховуючи не лише її ціну та розмір, але й важливі фактори, такі як географічні особливості, екологічна чистота та готовність інфраструктури, що сприятиме максимальному комфорту та безпеці для майбутніх мешканців.

Компаніям, що планують будівництво масштабніших споруд, технологія незамінним інструментом при виборі місць для будівництва торгових центрів, багатоповерхових будинків, офісних комплексів та інших масштабних споруд. Вона дозволить провести комплексний аналіз різних факторів, таких як доступність транспортних мереж, демографічні характеристики місцевості та інших, що допоможе підвищити успішність будівельного проєкту та зменшити ризики. Власники ділянок чи об'єднання на кшталт садових товариств зможуть швидко провести оцінку і планування розвитку їхніх територій. Додаток дозволить враховувати потреби та побажання спільноти, а також забезпечить можливість ефективного використання ресурсів та оптимізації інфраструктури, сприяючи створенню комфортного та затишного середовища для проживання.

В цілому, додаток буде корисним інструментом, що дозволить за декілька хвилин отримати єдину оцінку ділянки відповідно до обраних критеріїв та за оцінками експертів.

ДЖЕРЕЛА

1. Özge Akboğa Kale, Tuğba Eskişar, Ali Mortazavi (2024) Safety evaluation in the geotechnical site applications: A comprehensive analysis and forecasting model. Safety Science, Volume 173. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753524000419>
2. Procure. URL: <https://www.procure.com/en-gb/quality-safety>
3. Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim>
4. ArcGIS Urban. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-urban>



НАЗАР КРУК отримав ступінь бакалавра за спеціальністю 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) у 2022 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра зі спеціальності 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). До кола наукових зацікавлень входять технології формування рекомендацій для проведення будівельних робіт.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впровадженнь у провідних компаніях ІТ галузі.

ІОТ СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ SWAT

Євгеній Матвієнко¹, Володимир Дружинін²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0001-2679-5206

E-mail: qundola@gmail.com

²В.о. завідувача кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-5340-6237

E-mail: volodymirdruzhynin68@gmail.com

***Анотація.** У цій роботі розглянуто інформаційну систему, що використовує інструмент моделювання Soil and Water Assessment Tool (SWAT) для розрахунку гідрологічних параметрів річкових басейнів України. Система складається зі станції метеорологічного моніторингу, бази даних, SWAT моделі та вебплатформи для візуалізації даних про водний баланс кожного річкового басейну. Інтерактивний інтерфейс полегшує аналіз гідрологічного циклу, сприяючи кращому розумінню та сталому управлінню водними ресурсами.*

Ключові слова: SWAT, IoT, Web.

I. ВСТУП

У контексті глобальних змін клімату та зростаючої потреби у сталому управлінні водними ресурсами, використання інформаційних технологій для моделювання гідрологічних процесів набуває особливого значення. Дане питання порушено на 78 сесії Генеральної Асамблеї ООН, секції “AI for Accelerating Progress on the Sustainable Development Goals” [1]. Модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool) [2] забезпечує всеохопний процес-орієнтований алгоритм для аналізу кількості води на територіях із різним ландшафтом та землекористуванням.

Метою є розробка IoT системи прогнозування гідрологічних параметрів річкових басейнів України, яка інтегрує модель SWAT. У роботі представлено комплексне рішення визначеного питання. Воно включає збір метеорологічних параметрів, калібровану модель SWAT для симуляції водних процесів та вебплатформу для візуалізації отриманих результатів. Результатом є доступ до гідрологічної моделі всієї країни в режимі реального часу. Подібних систем у світі немає. На сьогодні для деяких країн розроблені системи моделювання повного гідрологічного циклу вод суші [DOI: 10.1002/gdj3.152], але моніторинг у режимі реального часу відсутній, за виключення окремих параметрів (наприклад, стік річок) [1].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

На рисунку 1 зображено архітектурну схему, що показує компоненти системи і їх зв'язки між собою. Станції метеорологічного моніторингу охоплюють підходи до підвищення автономності роботи, відмовостійкості і мають антивандальну систему. Ці станції використовують мобільний зв'язок, коли це можливо, а в інших випадках -

супутниковий інтернет. Використано систему управління базами даних (СУБД) PostgreSQL[3], адже вона розповсюджується за вільною ліцензією, безкоштовна та має відкритий код. Також наявна підтримка масштабування на читання та запис, що у мережі станцій метеорологічного моніторингу є обов'язковим.

Модель SWAT для річкових басейнів України калібровано за даними спостережень за витратами води на гідрологічних постах та висотою снігового покриву на метеопостах України [2]. В основі вебплатформи лежить клієнт-серверна архітектура з використанням JavaScript фреймворку Vue для фронтенду та Python з фреймворком Flask для бекенду. Дані моделювання генеруються SWAT-моделлю річкових басейнів України. Інтерфейс дозволяє користувачам легко обирати гідрологічні параметри у меню, обирати полігон (річковий басейн) на інтерактивній мапі, змінювати часовий крок на графіку, регулювати період відображення результатів та завантажувати відповідні малюнки та дані.

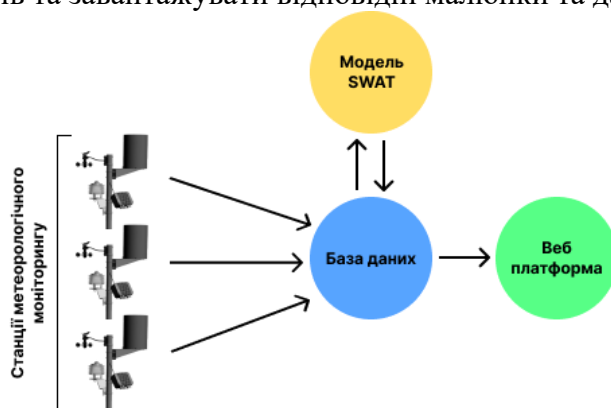


Рисунок 1. Архітектура системи

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Розглянута система демонструє динаміку змін гідрологічних параметрів по всій території країни, надаючи користувачам інтерактивний доступ до візуалізації даних. Інтерфейс містить інтерактивну карту суббасейнів, меню з вибором гідрологічних параметрів та детальні графіки змін цих параметрів у часі. Платформа забезпечує глибоке розуміння водного балансу та інших ключових аспектів гідрології на території України.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розроблена IoT система прогнозування гідрологічних параметрів річкових басейнів України на основі моделі SWAT, виконує поставлені задачі. Розробка даної системи прогнозування є значним кроком у залученні широкого кола користувачів до моделювання та аналізу гідрологічних процесів. Інтерактивність інтерфейсу підвищують обізнаність та розуміння гідрологічних процесів як серед вузьких фахівців, так і серед широкого кола зацікавлених осіб (наприклад, водокористувачі, держпарат). У майбутньому, інтеграція з IoT та використання даних з різноманітних джерел, включно зі супутниковими знімками та наземними датчиками, забезпечить ще більшу точність та актуальність моделювання, відкриваючи нові можливості для сталого управління водними ресурсами в Україні.

Таке рішення є корисним для фермерів при оцінці доступності води в річкових басейнах і дозволяє краще планувати полив і використання водних ресурсів, особливо при обмеженому доступі до води або у період посух. Модель аналізує потоки води у ґрунті, що дозволяє фермерам оптимізувати застосування добрив та пестицидів, мінімізуючи їх витік у водні об'єкти та підвищуючи ефективність використання.

Для держапарату SWAT використовується для оцінки ефективності різних стратегій управління водними ресурсами, ґрунтозахисних заходів та сільськогосподарських практик з погляду їх впливу на гідрологію басейну. Для спеціалістів державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) така модель допомагає передбачати можливі повені та ерозію ґрунту, що дозволяє завчасно вживати заходів для захисту земель, врожаю і населення.

На основі викладеного аналізу можна зробити висновок, що розроблена система на основі SWAT становить значний прогрес у сфері гідрологічного моделювання та управління водними ресурсами в Україні. Інтеграція сучасних інформаційних технологій, включаючи IoT, бази даних та веб-технології, з традиційними методами гідрологічного моделювання відкриває нові перспективи для оптимізації використання водних ресурсів та захисту навколишнього середовища. Система не тільки сприяє підвищенню точності прогнозів гідрологічних параметрів але й забезпечує користувачам легкий доступ до важливих даних, що може сприяти прийняттю обґрунтованих рішень на всіх рівнях. Важливо продовжувати розробку та впровадження подібних систем, враховуючи специфіку регіональних водних ресурсів та потребу в сталому їх використанні в умовах змінюваного клімату та зростаючого тиску на природні ресурси.

V. ПОДЯКИ

Висловлюю щире подяку колективу Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України за надану можливість здобути цінні теоретичні знання та практичні вміння, необхідні для успішної реалізації такого масштабного проекту. Співпраця з цими фахівцями дозволила внести свій вклад у розвиток нашої країни.

Особливі слова вдячності адресую: Наталії Миколаївні Осадчій, Валерію Валерійовичу Осипову, Андрію Сергійовичу Бончковському, Олександрю Михайловичу Костецькому, Олегу Сергійовичу Спеці, Віктору Васильовичу Нікоряку, Герману Сергійовичу Моссуру, Юрію Владиславовичу Агафонову за їхню підтримку, професіоналізм та натхнення.

ДЖЕРЕЛА

1. Організація Об'єднаних Націй, 2023, "Artificial Intelligence for Accelerating Progress on the Sustainable Development Goals: Addressing Society's Greatest Challenges". <https://www.state.gov/artificial-intelligence-for-accelerating-progress-on-the-sustainable-/>.
2. Веб сайт розробників моделі SWAT, 2024, "SWAT – Soil & Water Assessment Tool". <https://swat.tamu.edu/>
3. CYBERTEC, 2024, "ADVANTAGES OF POSTGRESQL". <https://www.cybertec-postgresql.com/en/postgresql-overview/advantages-of-postgresql/>.



ЄВГЕНІЙ МАТВИЄНКО отримав ступінь бакалавра за спеціальністю 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2022 році та нині автор працює над здобуттям ступеня магістра зі спеціальності 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. До кола наукових зацікавлень входять системи прогнозування гідрологічних параметрів річкових басейнів.



ВОЛОДИМИР ДРУЖИНІН отримав ступінь доктора технічних наук у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2013 році. Серед наукових інтересів - методи і засоби машинного навчання, сенсорні мережі, багатопозиційна радіолокація, радіомоніторинг і радіочастотний менеджмент

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСТ

Марк Музика¹, Андрій Онищенко¹

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-4792-0551

E-mail: marksmuzyka@knu.ua

²Професор, Факультет Інформаційних технологій 126, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-3194-1116

E-mail: onyshchenkoa@fit.knu.ua

***Анотація.** Робота досліджує застосування Інтернету речей (IoT) для контролю якості повітря в міських агломераціях. Інтеграція IoT дозволяє збирати та аналізувати дані у реальному часі, забезпечуючи оперативну реакцію на забруднення та поліпшення якості повітря. Робота розглядає різні підходи до впровадження IoT, включаючи мережі сенсорів, рухомі платформи, інтеграцію існуючих систем, мобільні додатки та розумні системи управління. Автори аналізують переваги та обмеження кожного підходу, а також його вплив на екологічну ситуацію та здоров'я мешканців міст.*

Ключові слова: Інтернет речей (IoT), контроль якості повітря, системи моніторингу.

I. ВСТУП

У зв'язку зі стрімким розвитком міських агломерацій та індустріального зростання, проблема забруднення повітря стає однією з найбільш актуальних і важливих у сучасному світі. Забруднення повітря має серйозний вплив на здоров'я людей та екологічну стабільність міст. Відсутність ефективних систем контролю та моніторингу якості повітря призводить до збільшення захворюваності, загрози здоров'ю та погіршення якості життя мешканців міст. У такому контексті наша увага звертається на застосування передових технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), у системах контролю якості повітря з метою підвищення екологічної безпеки міст. Цей напрямок дозволяє не лише ефективно моніторити стан довкілля, а й оперативно реагувати на забруднення та вживати необхідні заходи для покращення якості повітря [1]. У даній доповіді ми розглянемо переваги застосування IoT у системах контролю якості повітря, а також проаналізуємо його вплив на екологічну ситуацію в міських агломераціях.

II. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Розглянемо переваги застосування IoT у системах контролю якості повітря:

Використання систем IoT дозволяє не лише збирати, але і негайно аналізувати дані про якість повітря у реальному часі. Це забезпечує оперативну реакцію на будь-які зміни та забруднення, що можуть виникнути в міських середовищах, допомагаючи ефективно управляти ситуацією та покращувати якість повітря.

Системи IoT відрізняються високою ефективністю та точністю вимірювань, завдяки застосуванню передових сенсорних технологій та аналітичних методів. Це забезпечує

достовірні та актуальні дані про якість повітря, які використовуються для прийняття управлінських рішень та впровадження заходів для забезпечення чистоти повітря в місті.

За допомогою сенсорних пристроїв IoT можна безперервно моніторити якість повітря на великих територіях міста, забезпечуючи повний огляд та контроль над екологічною ситуацією в усіх його районах. Це створює можливість оперативно виявляти та вирішувати проблеми забруднення повітря у всіх частинах міста. Завдяки використанню систем IoT, збір та аналіз даних про якість повітря стає повністю автоматизованим, що дозволяє ефективно використовувати людські ресурси та оптимізувати витрати на управління якістю повітря в місті. Також, сенсорні пристрої IoT можуть бути розміщені на рухливих платформах, таких як автомобілі чи дрони, що дозволяє моніторити якість повітря в важкодоступних місцях міста, забезпечуючи повний контроль над екологічною ситуацією.

Системи IoT легко інтегруються з існуючими системами моніторингу та управління, що дозволяє впроваджувати їх уже наявні інфраструктури без необхідності значних витрат часу та коштів на їхнє перепроектування. Також, використання систем IoT призводить до зниження витрат на обслуговування та моніторинг, оскільки вони забезпечують автоматизований та ефективний процес збору даних, що дозволяє економити ресурси та кошти.

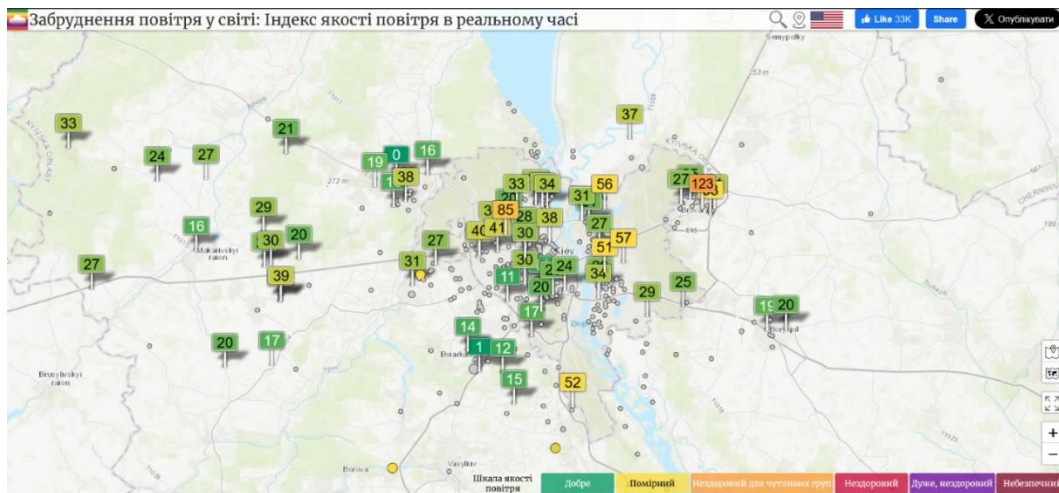


Рисунок 1. Забруднення повітря у світі: Індекс якості повітря в реальному часі на проєкті Waqi (<https://waqi.info/uk/>)

Застосування Інтернету речей (IoT) у системах контролю якості повітря в міських агломераціях має значний вплив на екологічну ситуацію та здоров'я мешканців. Розглянемо детальніше, як це відбувається: Системи IoT забезпечують постійний моніторинг якості повітря в різних точках міста. Збільшений обсяг даних дозволяє отримувати більш точні та повні відомості про рівні забруднення та їх динаміку в різних місцях міста. Завдяки реальному часу та оперативності збору даних за допомогою систем IoT, влада та організації можуть швидко реагувати на виявлення забруднень та вживати заходів для їхнього усунення. Дані, зібрані за допомогою систем IoT, надають можливість владі та організаціям аналізувати тенденції та прогнозувати ризики для здоров'я мешканців міста. Це допомагає у плануванні та прийнятті рішень щодо політики управління якістю повітря. Застосування IoT у системах контролю якості повітря може призвести до зменшення забруднення шляхом вчасного виявлення джерел забруднення та впровадження ефективних заходів їх усунення. Дані, отримані в результаті моніторингу якості повітря за допомогою IoT, можуть бути публічно доступними як показано на Рисунку 1. Це сприяє підвищенню свідомості громадськості щодо проблем забруднення повітря та заохочує громадян до участі у заходах з його покращення. У цілому, застосування IoT у системах контролю якості повітря на екологічну ситуацію в міських агломераціях має значний позитивний вплив, сприяючи

покращенню якості повітря та здоров'я мешканців, а також сприяючи збереженню екологічної рівноваги в місті.

Перейдемо до розбору основних варіантів впровадження IoT у системи контролю якості [2]. На разі ми розглянемо інструменти, які вже наявні, а також ті, що можуть бути впроваджені в майбутньому, щоб підтримати цілі контролю якості повітря. Існує кілька варіантів впровадження IoT у системи контролю якості повітря, зокрема:

1. Створення мережі сенсорів - у цьому варіанті датчики, що забезпечують вимірювання параметрів якості повітря, розміщуються у різних точках міста та підключаються до мережі IoT. Ці сенсори передають дані у реальному часі до центральної системи, де вони обробляються та аналізуються [3].
2. Використання рухомих платформ - дрони або автомобілі, обладнані сенсорами, можуть використовуватися для моніторингу якості повітря в різних районах міста. Ці платформи можуть бути програмовані для автоматичного збору даних та передачі їх до центральної системи для аналізу.
3. Інтеграція існуючих систем - у деяких випадках існуючі системи моніторингу якості повітря можуть бути модернізовані шляхом додавання сенсорів IoT та інтеграції з мережею для збору та аналізу даних.
4. Мобільні додатки - розробка мобільних додатків для моніторингу якості повітря, які використовують дані від сенсорів IoT та надають користувачам зручний інтерфейс для отримання інформації про рівень забруднення та поради щодо збереження здоров'я.
5. Використання розумних систем управління - системи IoT можуть бути інтегровані з розумними системами управління будівлями або транспортом, щоб автоматично реагувати на забруднення повітря та вживати заходів для його покращення.

Таблиця 1. Порівняння варіантів впровадження IoT у системи контролю якості повітря

Варіант	Позитивні аспекти	Негативні аспекти
Створення мережі сенсорів	Забезпечує можливість моніторингу якості повітря у багатьох точках міста.	Вимагає значних витрат на розгортання та обслуговування мережі сенсорів.
	Дозволяє оперативно отримувати дані про забруднення повітря.	Може бути складно покрити всі райони міста, особливо великі агломерації.
Використання рухомих платформ	Забезпечує можливість моніторингу в важкодоступних місцях або під час подій.	Вимагає великих витрат на обслуговування рухомих платформ.
	Може бути ефективним в реагуванні на зміни у різних районах міста.	Робота обмежена часом руху дронів або автомобілів.
Інтеграція існуючих систем	Використовує існуючі системи, що зменшує витрати на розгортання нових.	Може бути складно покрити нові райони або великі території.
	Дозволяє об'єднати дані з різних джерел для отримання комплексної інформації.	Деякі існуючі системи можуть бути обмежені у впровадженні нових функцій.
Мобільні додатки	Надає користувачам простий доступ до даних про якість повітря через мобільні пристрої.	Може бути менш точними, оскільки вони залежать від даних, зібраних від сенсорів IoT.
	Легко доступні для великої кількості користувачів.	Для отримання актуальних даних потрібно, щоб користувачі активно використовували додаток.
Використання розумних систем управління	Дозволяє автоматично реагувати на зміни в якості повітря та вживати відповідних заходів.	Вимагає значних інвестицій у встановлення та підтримку систем.
	Інтегрується з іншими аспектами управління містом.	Вимагає гармонізації з іншими системами управління для досягнення максимальної ефективності.

Після розгляду різних варіантів впровадження IoT у системи контролю якості повітря, перейдемо до аналізу позитивних та негативних аспектів кожного з цих варіантів. Проаналізуємо переваги та обмеження кожного підходу і побудуємо Таблицю 1.

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У зв'язку зі стрімким розвитком міських агломерацій та індустріального зростання, проблема забруднення повітря стає надзвичайно актуальною та важливою у сучасному світі. Недостатність ефективних систем контролю та моніторингу якості повітря призводить до погіршення якості життя мешканців міст та загрози для їхнього здоров'я. В цьому контексті застосування передових технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), у системах контролю якості повітря є важливим кроком у напрямку підвищення екологічної безпеки міст.

Аналіз переваг застосування IoT у системах контролю якості повітря свідчить про те, що ці технології дозволяють негайно збирати та аналізувати дані про якість повітря у реальному часі, що сприяє оперативній реакції на будь-які зміни та забруднення. Використання систем IoT також відрізняється високою ефективністю та точністю вимірювань, що забезпечує достовірні та актуальні дані, необхідні для управління якістю повітря.

Крім того, системи IoT дозволяють безперервно моніторити якість повітря на великих територіях міста, забезпечуючи повний огляд та контроль над екологічною ситуацією у всіх його районах. Інтеграція існуючих систем та розробка мобільних додатків для моніторингу якості повітря також є перспективними напрямками розвитку.

ДЖЕРЕЛА

1. S.M.S.D. Malleswari, T. Krishna Mohana (2022) Air pollution monitoring system using IoT devices: Review, *materials today: proceedings*, Volume 51, Part 1, 2022, Pages 1147-1150.
2. Jorge E. Gómez, Fabricio R. Marcillo, Freddy L. Triana, Victor T. Gallo, Byron W. Oviedo, Velssy L. Hernández (2017) "IoT FOR ENVIRONMENTAL VARIABLES IN URBAN AREAS", *Procedia Computer Science*, Volume 109, 2017, Pages 67-74.
3. V. Hura, L. Monastyrskii (2023) IOT-BASED SOLUTION FOR DETECTION OF AIR QUALITY USING ESP32, *Stuc. intelekt.* 2023, 28, (3):86-93



МАРК МУЗИКА отримав повну загальну середню освіту в 2020 році, здобуває ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) з 2020 року. Серед наукових інтересів — Інтернет речей (IoT) та системи комп'ютерного моніторингу та контролю.



АНДРІЙ ОНИЩЕНКО доктор економічних наук (2012), професор (2021). Закін. Полтав. пед. університет (2000). Від 2003 працював у Полтав. тех. університеті; від 2011 – у Нац. тех. університеті України «Київ. політех. інститут»; від 2014 – професор кафедри інформ. систем і технологій Київ. університету. Наукові дослідження: матем. моделювання сталого розвитку, матем. моделювання екол.-екон. взаємодії в рамках реалізації міжнар. угод зі скорочення викидів парник. газів

ІОТ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СФЕРІ ЗДОРОВ'Я: ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕДИЧНОГО ДОГЛЯДУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вікторія Одерієва¹, Ростислав Лісневський²

¹Студентка, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-3478-2479

E-mail: viktoriiaderieva@gmail.com

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9006-63663

E-mail: lisa1304400@gmail.com

Анотація.

Робота розглядає використання інтелектуальних медичних пристроїв та датчиків для дистанційного моніторингу пацієнтів та проводить оцінку їхньої ефективності. Дані для дослідження збираються за допомогою сенсорів температури, артеріального тиску, активності нейронів у мозку та ЕКГ пристрою. Після проведення дослідження, отримані результати визначають ефективність пристроїв та їхній потенціал у сфері медицини, підкреслюючи важливість подальшого розвитку медичного IoT.

Ключові слова: IoT, медицина, ЕКГ, артеріальний тиск, обстеження.

I. ВСТУП

Живучи у світі, який вдосконалюється весь час та відчуваючи зручність використання розумних систем та технологій на власному прикладі, людство не зупинилося на розробках Інтернет речей та впровадженні їх у розумні будинки, сільське господарство, сферу охорони здоров'я, промисловість чи енергетику. Однак, варто зауважити що для людства за останні 5 років саме у медичному IoT сталося поширення в різних аспектах медицини, таких як дистанційний моніторинг пацієнта, телемедицина, розробка інтелектуальних медичних пристроїв та застосунки для діагностики чи лікування пацієнтів. Варто зауважити, що використання медичних IoT значно підвищило ефективність та результативність досліджень. Той час, який раніше був використаний для знаходження тієї чи іншої патології, зараз використовується вже для лікування чи профілактики пацієнтів, використовуючи технології IoT.

У цій статті ми розглянемо приклади використання сучасних медичних технологій, розглядаючи, як Інтернет речей змінює взаємодію між пацієнтами та медичними фахівцями, полегшуючи доступ до догляду та покращуючи результати лікування. Також ознайомимось з тим, як інновації в сфері здоров'я стають каталізатором для трансформації медичного догляду і як це впливає на наше здоров'я та якість життя.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Задля отримання високого коефіцієнту ефективності даного дослідження, слід використовувати конкретні дані та методи, які будуть допомагати проводити збирання даних

в результуючу складову. Отже, ознайомимося детальніше з переліком даних та методів, які ми розглядаємо в даній роботі.

Дані для дослідження будуть збиратися за допомогою наступних датчиків: сенсор вимірювання температури, сенсор вимірювання артеріального тиску, сенсор вимірювання активності нейронів у мозку, ЕКГ пристрій. Датчики будуть розміщені на тілі пацієнта і будуть збирати дані про його стан здоров'я. Дані будуть передаватися на смартфон пацієнта, де буде проводитися їх аналіз та обробка.

Для проведення дослідження було використано наступні методи:

- Експериментальний метод: буде розроблено прототип пристрою, який буде включати в себе всі необхідні датчики. Пристрій буде випробувано на групі добровольців, які будуть носити його протягом певного часу.
- Метод аналізу даних: отримані дані будуть проаналізовані та оброблені за допомогою статистичних методів. Це дозволить оцінити ефективність пристрою та його потенціал для використання в сфері охорони здоров'я.
- Метод опитування: будуть проведені опитування серед добровольців, які будуть носити пристрій. Це дозволить отримати їх відгуки про пристрій та його зручність використання.
- Метод класифікації та прогнозування за допомогою машинного навчання: машинне навчання буде використане для класифікації різних станів пацієнта на основі отриманих даних. Наприклад, визначення аритмій серця за допомогою ЕКГ-сигналів або ідентифікація аномалій у мозковій активності на основі сигналів від сенсора нейронів.

Розглянемо структурну схему для системи моніторингу пацієнтів, як показано на Рисунку 1, використовуючи сенсори та пристрої IoT, які будуть зчитувати інформацію з людського організму та аналізувати, опрацьовувати її, передаючи візуалізовані результати на пристрій (телефон) для легшого сприйняття користувачем (лікарем чи пацієнтом). Дана система складається з датчиків, які вимірюють температуру, артеріальний тиск та активність нейронів у мозку, а також ЕКГ пристрій.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Ознайомившись із обраними методами та використаними даними дослідження, перейдемо до очікуваних та наявних результатів досліджень та їх результуючого аналізу.

Очікується, що дане дослідження дозволить отримати наступні результати: оцінка ефективності пристрою для вимірювання температури, артеріального тиску, нейронів у мозку та ЕКГ, оцінка потенціалу пристрою для використання в сфері охорони здоров'я, відгуки добровольців про пристрій та його зручність використання, зручність та інтуїтивність використання онлайн застосунку та зрозуміле пояснення та візуалізація даних з досліджень.

У дослідженні взяли участь 20 добровольців, які носили пристрій протягом одного тижня. Пристрій вимірював температуру, артеріальний тиск, нейрони в мозку та ЕКГ добровольців. Дані, зібрані пристроєм, були точними та надійними. Температура вимірювалася з точністю до 0,1 градуса Цельсія, артеріальний тиск - з точністю до 2 мм рт. ст., нейрони в мозку - з точністю до 1 мкВ, а ЕКГ - з точністю до 1 мВ. Добровольці також заповнювали щоденник, у якому записували свій стан здоров'я та будь-які симптоми, які вони відчували.

Після проведення дослідження аналіз даних дозволяє дослідникам виявити закономірності та тенденції (дослідники можуть проаналізувати дані, щоб визначити, чи існує зв'язок між рівнем фізичної активності та ризиком серцево-судинних захворювань), перевірити гіпотези (дослідники можуть проаналізувати дані, щоб визначити, чи

підтримують вони гіпотезу про те, що нова технологія ефективна для запобігання розвитку деменції), оцінити ефективність втручань (дослідники можуть проаналізувати дані, щоб визначити, чи призвела нова програма профілактики до підвищення рівня когнітивних здібностей серед підлітків), ідентифікувати фактори ризику та захисні фактори (дослідники можуть проаналізувати дані, щоб визначити, чи є стрес фактором ризику розвитку інфаркту).

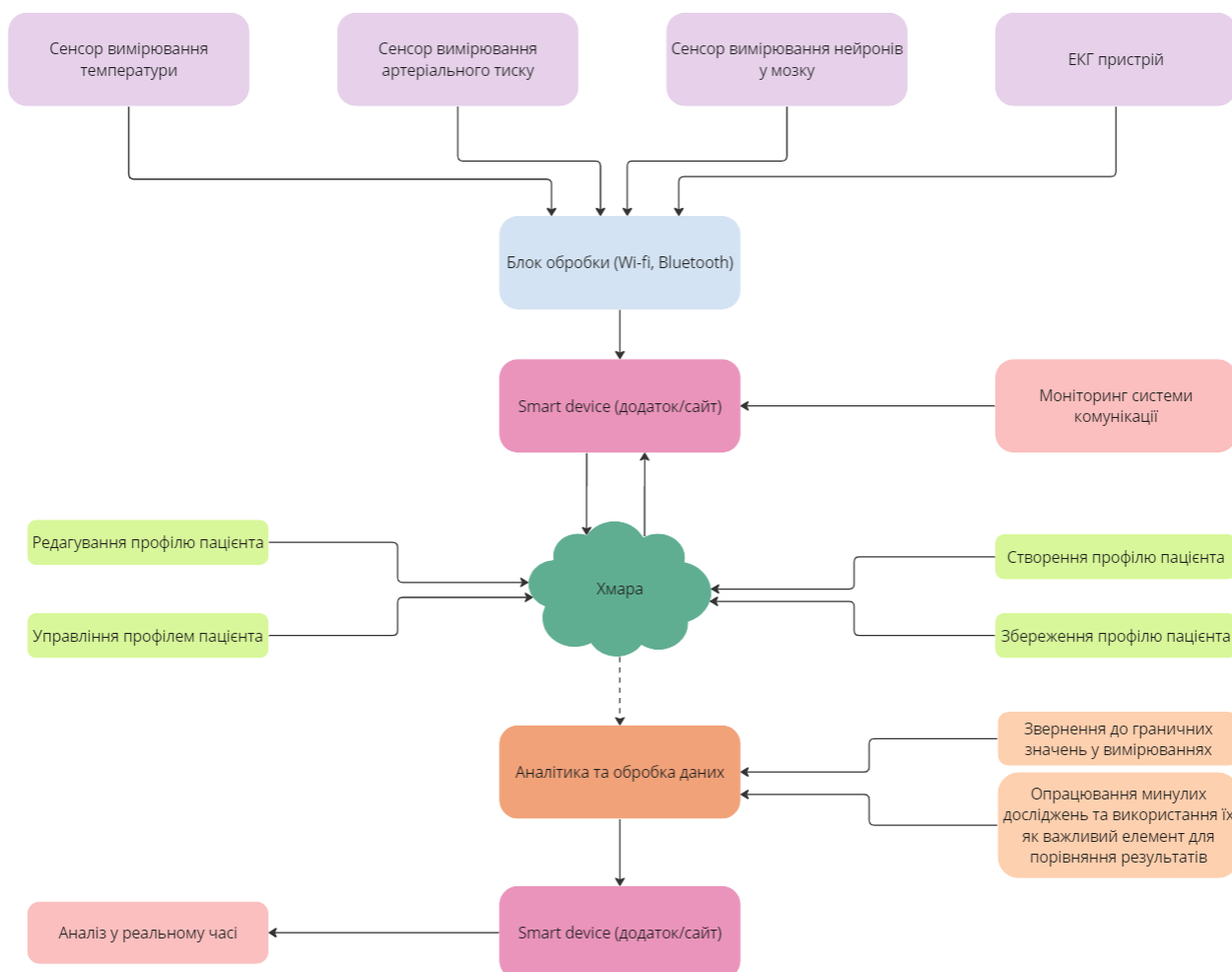


Рисунок 1. Структурна схема для системи моніторингу

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Результати нашого дослідження вказують на важливість використання сучасних технологій для медичного моніторингу та діагностики: ефективність пристрою (виявлені відхилення в показниках температури, артеріального тиску, нейронів у мозку та ЕКГ свідчать про ефективність використання пристрою для реального часу моніторингу здоров'я), діагностична важливість (захворювання, виявлені у двох добровольців після додаткового обстеження, підкреслюють діагностичну важливість пристроїв для раннього виявлення та лікування захворювань, що раніше можливо не були виявлені), зручність та прийняття (відгуки добровольців про зручність та легкість використання підкреслюють важливість розробки медичних пристроїв, які інтегруються в повсякденне життя пацієнтів, сприяючи постійному моніторингу), можливості подальшого вдосконалення (хоча отримані результати обнадійливі, важливо враховувати можливості подальшого вдосконалення технологій, враховуючи потреби користувачів та вдосконалення алгоритмів обробки даних),

перспективи в медичній сфері (наші висновки вказують на перспективи використання інноваційних технологій для трансформації медичного догляду та покращення діагностики та моніторингу пацієнтів).

Загалом, це дослідження підкреслює важливість інтеграції сучасних технологій в медичну практику, сприяючи покращенню результатів лікування та забезпеченню ефективного медичного обслуговування. Наші знахідки стверджують необхідність подальших досліджень та розвитку інновацій у сфері медичних технологій.

ДЖЕРЕЛА

1. Застосування, переваги та виклики IoT в охороні здоров'я: веб-сайт. URL: <https://stfalcon.com/uk/blog/post/iot-in-healthcare-benefits-challenges> (дата звернення 25.02.2024)
2. Розробка бездротових датчиків для картування роботи мозку: веб-сайт. URL: <https://cikavosti.com/rozrobleno-bezdrotovi-datchiki-v-5-raziv-tonshe-za-volossia-dlia-kartyvannia-roboti-mozku/> (дата звернення 26.02.2024)
3. Моніторинг стану здоров'я: веб-сайт. URL: <https://romsat.ua/solutions/rozumna-medicina/> (дата звернення 26.02.2024)



ВІКТОРІЯ ОДЕРІЄВА нині авторка працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році.



РОСТИСЛАВ ЛІСНЕВСЬКИЙ к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Блокчейн технології, хмарні технології, застосування IoT.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ МЕДИЧНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОЛІ БОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖІ ІОТ СМАРТ-ГОДИННИКІВ ТА RNN

Сергій Палій¹, Максим Ямковенко², Богдан Шевченко³, Артур Матченко⁴

¹Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9742-1116

E-mail: paliy@fit.knu.ua

²Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-6882-9277

E-mail: maksymbellamy@gmail.com

³Студент, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

ORCID: 0009-0006-4755-220С

E-mail: shevchenkob18@gmail.com

⁴Студент, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

ORCID: 0009-0003-8647-402С

E-mail: artzerou@gmail.com

***Анотація.** Дослідження на предмет можливості використання RNN та IoT мережі смарт-годинників для передбачення медичних станів на полі бою. Шляхом аналізу даних зі смарт-годинників можна прогнозувати попередні діагнози, що дозволить медикам забезпечувати невідкладну допомогу ефективніше та оперативніше.*

Ключові слова: RNN, IoT, медична допомога, смарт-годинники, прогнозування..

I. ВСТУП

Україна, перебуваючи в період воєнного конфлікту, зіткнулася з серйозними викликами, що включають не лише стратегічні аспекти, а й підтримку бійців на передовій. Однією з основних причин втрат серед солдат на передовій є несвоєчасна медична допомога. Навіть прибувши вчасно, лікарі мають обмежений час, відомий як "золота година", під час якого вони повинні діяти для забезпечення ефективної допомоги[1]. Метою даного дослідження є розробка методів, спрямованих на скорочення часу на огляд поранених та прискорення надання невідкладної медичної допомоги.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для проведення дослідження були використані медичні дані з відкритих джерел. Проведений літературний аналіз дозволив встановити ключові фактори та паттерни, пов'язані з різними захворюваннями. Додатково, застосовуючи дані, зібрані за допомогою мережі IoT смарт-годинників та аналізуючи їх за допомогою рекурентних нейронних мереж, можна здійснювати прогнозування попередніх діагнозів захворювань. Це сприяє ефективнішому розподілу часу медичних працівників під час огляду пацієнтів та дозволяє швидше надавати їм необхідну допомогу.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Для скорочення часу між отриманням травми та наданням медичної допомоги, а також для покращення роботи польових медиків, можна використовувати рекурентні нейронні мережі для прогнозування попередніх діагнозів пацієнта.

Рекурентні нейронні мережі (RNN) є класом нейронних мереж, спроектованих для роботи з послідовними даними або даними з тимчасовою залежністю. Вони можуть ефективно моделювати часові залежності та використовуватися для аналізу часових рядів. Основний компонент RNN – це рекурентний шар, який дозволяє нейронній мережі зберігати інформацію про попередні стани. Кожен вузол у рекурентному шарі приймає на вхід свій попередній стан та вхідні дані на поточному тимчасовому кроці, потім генерує вихід і передає його на наступний тимчасовий крок. Це дозволяє моделі враховувати контекст та залежності у послідовних даних[4].

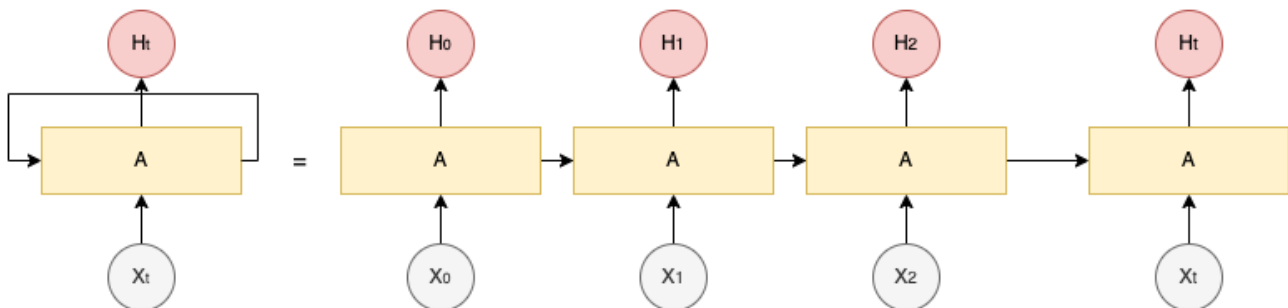


Рисунок 1. Розгорнута рекурентна нейронна мережа

Цикл у рекурентних нейронних мережах дозволяє передавати інформацію від одного кроку мережі до іншого. Рекурентну нейронну мережу можна уявити як кілька копій однієї мережі, де кожна копія передає повідомлення наступній.

Лонг-шорт термінова пам'ять (LSTM) є одним з типів рекурентних нейронних мереж (RNN), які спеціально розроблені для роботи з послідовними даними або даними з тимчасовою залежністю. Однією з ключових переваг LSTM є їх здатність до ефективного моделювання довгострокових залежностей в послідовних даних, що робить їх особливо корисними для аналізу часових рядів.

Основна структура LSTM включає в себе комірки пам'яті, які дозволяють мережі зберігати та згадувати інформацію протягом тривалого періоду часу. Це досягається завдяки механізмам, таким як ворота забування, ворота входу та вихідні ворота. Ворота контролюють потік інформації в комірку пам'яті, дозволяючи мережі вирішувати, яку інформацію потрібно зберігати, яку - викинути та яку - використовувати для генерації вихідних значень.

Однією з переваг LSTM є їх здатність працювати з послідовностями різної довжини, без проблеми з втратою контексту чи здібності до запам'ятовування довгострокових залежностей. Це робить їх ефективними для завдань, де важлива динаміка та тимчасові залежності, такі як прогнозування часових рядів, аналіз текстів чи розпізнавання мови[5].

Збираючи дані щодо температури тіла, артеріального тиску та сатурації киснем кожні 5 хвилин за допомогою смарт-годинників, можна створити систему моніторингу, яка передає ці дані медичному персоналу в реальному часі.

Алгоритм дозволяє аналізувати показники та передбачати можливі стани пацієнта до прибуття на місце інциденту польових медиків відповідно до Таблиці 1[2,3].

Мережа Інтернету Речей (IoT) зі смарт-годинників виступає як ключовий інструмент для збору та передачі даних медикам.

Система дозволить медикам аналізувати показники в режимі реального часу та готувати можливий попередній діагноз ще до прибуття на місце події, що забезпечує ефективніше втручання та рятівне лікування в "золотий час".

Таблиця 1. Класифікація діагнозу відповідно до показників

Хвороба	Пульс	Артеріальний тиск	Сатурація	Температура тіла
Гостра дихальна недостатність	>100 - 110	<100 сист <60 діаст	<94%	Норма
Геморагічний шок 1 ступінь	100 – 110	90 – 100 сист 60 – 80 діаст	Норм >95%	Норма
Геморагічний шок 2 ступінь	100 – 120	70 – 90 сист 60 діаст	Норм >95%	Норма
Гіповолемічний шок	>100 – 120	<100 та <60	Норм >95	Норма
Тампонада серця	>120	100/60	Норм >95	Норма
Відкритий пневмоторакс	Норм або незначне підвищення	Фізіологічна норма	90-94%	Норма
Нейрогенний шок	>110-120	>100/60	Норма	<35 або >38

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Використання останніх даних зі смарт-годинника пацієнта, доступних польовому медику при добиранні до пораненого, дозволяє вирішувати невідкладні ситуації швидше за рахунок аналізу попередніх діагнозів та фізіологічних параметрів. Це призводить до значного скорочення часу на оцінку стану хворого та, відповідно, до надання невідкладної допомоги. У висновку, цей підхід сприяє полегшенню роботи медичного персоналу та економії часу, що в свою чергу може призвести до рятування більшої кількості життів в умовах військового конфлікту.

ДЖЕРЕЛА

1. Льовкін О.А., Перцов В.І., Мирний С.П. Базові, спеціалізовані практичні навички та алгоритми з надання екстреної медичної допомоги : навч. посіб. Запоріжжя, 2020. 14 с.
2. Візір В. А., Деміденко О. В., Садовов А. С., Буряк В. В. Військова терапія : навч. посіб. Запоріжжя, 2023. 86-88 с.

3. Льовкін О.А., Перцов В.І. Екстрена та невідкладна медична допомога : підручник. Львів : Видавець Марченко Т. В. 2022. 20-21с.
4. 'What are recurrent neural networks?' : веб-сайт. URL: <https://www.ibm.com/topics/recurrent-neural-networks>. (дата звертання 27.12.2023)
5. Understanding LSTM Networks : веб-сайт. URL: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/> (дата звертання 27.12.2023)



СЕРГІЙ ПАЛІЙ – к.т.н., доцент. У 2001 році отримав ступінь бакалавра, а у 2002 ступінь магістра за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна). Захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю «Інформаційні технології» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) у 2014 році. Там же у 2015 році отримав звання доцента. Серед наукових інтересів — Інформаційно-комунікаційні технології, інтернет речей, електронне навчання, інформаційна безпека.



МАКСИМ ЯМКОВЕНКО отримав ступінь бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2022 році. Нині працює над здобуттям ступеня магістра з інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — АВ-тестування, інтелектуальний аналіз даних та статистичне моделювання й експериментальний дизайн.



БОГДАН ШЕВЧЕНКО отримує ступінь магістра у Запорізькому Державному Медико-Фармацевтичному університеті (Запоріжжя, Україна) за спеціальністю Медицина. Основна галузь знань за кваліфікацією Охорона здоров'я. Серед наукових інтересів — травматологія-ортопедія, спортивна медицина, медична психологія та психіатрія.



АРТУР МАТЧЕНКО отримує ступінь магістра у Запорізькому Державному Медико-Фармацевтичному університеті (Запоріжжя, Україна) за спеціальністю Медицина. Основна галузь знань за кваліфікацією Охорона здоров'я. Серед наукових інтересів — травматологія-ортопедія, спортивна медицина, гастроентерологія.

ІОТ-СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ ТУРИСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗУМНИХ МАРКЕРІВ СТЕЖОК

Софія Покотило¹, Сергій Палій²

¹Студентка 4 курсу групи ІР-41, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-6842-9505

E-mail: pokotylosofia@knu.ua

²К.т.н., доцент., Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9742-1116

E-mail: paliy@fit.knu.ua

***Анотація.** У даній роботі пропонується концепція ІоТ-системи на основі розумних маркерів стежок. Ці спеціальні маркери, обладнані різними датчиками, допомагатимуть туристам зорієнтуватися, відслідкувати погодні умови. Крім того, система дозволить ефективно відстежувати місцезнаходження туристів для підтримки пошуково-рятувальних операцій, що підвищить рівень безпеки.*

Ключові слова: ІоТ, розумні маркери стежок, датчики, навігація.

I. ВСТУП

В усі часи людина відчуває бажання досліджувати світ та природу, що оточує нас. Однак без належної підготовки подорожі, особливо мандрівки до віддалених місць та дикої природи, можуть бути дуже небезпечними. У таких місцевостях легко заблукати, і в разі надзвичайних обставин або екстремальних умов дорога до безпечного місця, ймовірно, буде довгою і важкою. Саме з цієї причини надзвичайно важливо подбати про надійну навігацію.

Існують різні способи навігації у віддаленій місцевості і не тільки: навігаційні додатки на смартфонах, GPS-пристрої, мапа місцевості, компас, кольорові маркери на деревах, інфрачервоні та радіочастотні маяки тощо.

Зараз, з розвитком технологій Інтернету речей (ІоТ) виникають нові можливості. Система розумних маркерів стежок - це інноваційний підхід до навігації та безпеки у природних умовах, який використовує спеціальні маркери - пристрої ІоТ, оснащені датчиками та зв'язком, щоб надавати користувачам важливу інформацію про маршрут та навколишнє середовище. Ці маркери можуть бути розташовані вздовж маршрутів у віддалених місцях, таких як гірські стежки, ліси. Вони можуть відстежувати рух туристів, надавати інформацію про погодні умови, небезпечні ділянки маршруту та навіть надавати допомогу в екстрених ситуаціях, наприклад, в разі втрати орієнтування на місцевості чи травми. Система розумних маркерів стежок має поліпшити безпеку та зручність подорожей, забезпечуючи туристам доступ до необхідної інформації та підтримки під час подорожі. Використовуючи переваги ІоТ, ця система має змінити спосіб, яким туристи взаємодіють з природними ландшафтами, забезпечуючи безпечніші та більш насичені враження.

У цьому дослідженні буде розглянуто можливості розробки та використання системи розумних маркерів стежок, основні складнощі впровадження цієї системи та її складові.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Впровадження системи розумних маркерів стежок є нелегкою задачею, на складність якої впливає два основні фактори:

1. Система встановлюється у віддаленій місцевості, а саме на гірських та лісових стежках.
2. Розумні маркери стежок розміщуються в диких умовах та працюють протягом усього року.

Ці фактори зумовлюють чимало складнощів:

1. Ускладненість зв'язку та передачі даних між маркерами та центральною системою через відстань, численні перешкоди та різні погодні умови.
2. Необхідна стійкість до впливів навколишнього середовища, таких як вологість, пил, висока/низька температура тощо. Компоненти системи розумних маркерів повинні мати герметичний корпус для належного рівня захисту.
3. Розумні маркери стежок повинні залишатись в робочому стані навіть за екстремальних погодних умов, стійкими до природних катаклізм. Система повинна бути досить міцною, щоб працювати навіть у найважчих умовах, таких як сильні дощі, снігопади, спека, морози та вітряні бурі.
4. Оскільки система працює в дик, важливо, щоб розумні маркери ефективно та економно використовували енергію. Через віддаленість від доріг та населених пунктів та складність шляху потрібно використовувати альтернативні джерела енергії.
5. Система повинна бути здатною працювати без технічного обслуговування та ремонту протягом тривалого часу. Потрібні вбудовані механізми самодіагностики та відновлення роботи у разі виявлення неполадок, або ж, принаймні, механізм сповіщення про аварійний стан.

Система розумних маркерів стежок включає кілька взаємопов'язаних компонентів. Вони працюють разом, щоб забезпечити навігацію, моніторинг і допомогу туристам: розумні маркери стежки, інфраструктура зв'язку, інтерфейс користувача, серверна частина. Основною складовою системи розумних маркерів стежок є безпосередньо самі маркери - IoT-пристрої, які містять мікроконтролер, модуль живлення, модуль бездротового зв'язку, автономне джерело енергії, датчики та корпус для захисту всіх елементів. Дані з датчиків через модуль бездротового зв'язку передаються до базової станції, яка забезпечує передачу даних між розумними маркерами та центральною системою управління. Інфраструктура зв'язку утворюється за допомогою бездротових технологій зв'язку, базових станцій, проміжних пристроїв/шлюзів, протоколів передачі даних. Надалі ж через цей компонент дані з датчиків потрапляють на серверну частину, де після обробки перетворюються в корисну інформацію. До серверної частини належить база даних для зберігання інформації про погодні умови, рух туристів, системні журнали тощо. Також сюди ж відносяться центральна система моніторингу, яка керує всією системою розумних маркерів стежок. Вона обробляє вхідні дані, аналізує тенденції, виявляє аномалії та надсилає сповіщення. Серверна частина в даному випадку містить і веб-додаток, що знаходиться на хмарній платформі і відповідає на запити користувачів. Інтерфейс користувача - це веб-сторінки, на яких туристи мають змогу переглядати інформацію про маршрут, умови, безпеку тощо. Концептуальна модель запропонованої системи наведено на рисунку 1.

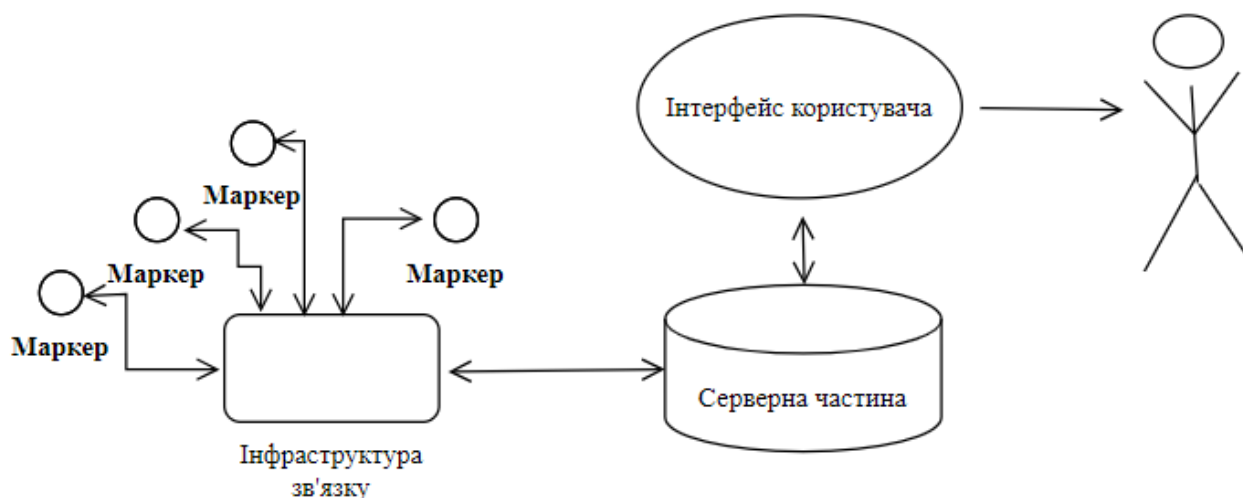


Рисунок 1. Концептуальна модель системи розумних маркерів стежок

Отже базовий алгоритм роботи системи:

1. З маркерів періодично надходять дані до базової станції, звідки через інтернет спрямовуються до центральної системи моніторингу (ЦСМ).
2. ЦСМ обробляє вхідні дані, та розподіляє їх надалі до баз даних, оновлює інформацію на веб-додатку та візуалізує їх.
3. Користувач відкриває сайт та шляхом запитів до сервера переглядає всю необхідну інформацію, використовує наявні фільтри для пошуку потрібної інформації та перегляду більш детальної інформації про обрані об'єкти.
4. Якщо виникає потреба отримати дані з датчиків раніше запланованого часу, ЦСМ через базову станцію надсилає запит до необхідного маркера.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Зважаючи на особливості умов експлуатації IoT-системи розумних маркерів стежок було обрано мінімальний набір енергоефективних датчиків та енергоощадну технологію бездротового зв'язку. Шляхом аналізу існуючих технологій бездротового зв'язку, їх переваг, недоліків та особливостей, виявилось, що одним з найкращих рішень для розумних маркерів є технологія LoRaWAN [1], яка забезпечує малопотужну передачу пакетів даних від маркерів до базової станції на великих відстанях.

Для відстеження руху та місцезнаходження людей було обрано PIR-датчик, який можна використовувати для виявлення, підрахунку людей, та визначення напрямку їх ходьби, точність датчика є досить високою, він компактний та споживає небагато енергії.

Окрім датчика руху, було обрано датчики погодних умов для моніторингу безпеки стежки. Зокрема, було розглянути датчики швидкості вітру, напряму вітру, температури, вологості, тиску, опадів, хмарності та поштовхів (для фіксації інформації про сходження лавин, каменепади, землетруси).

Виникла проблема із вибором альтернативних джерел енергії, оскільки у горах та лісах більша частина стежки є закритою від сонця гілками дерев, вони ж зменшують потоки вітру та й міні гідроелектростанції там не встановити. Проте можливе рішення знайшлося у п'єзоелектричній технології, яка дає можливість генерувати електроенергію від кроків. Плитка Pavegen є компактною, стійкою до навколишніх факторів та здатна працювати у великому діапазоні температур [2]. Також був застосований комбінований підхід, тобто у

разі встановлення маркера на відкритій місцевості, розміщується також і сонячна панель, якщо ж такої можливості нема, то встановлюється маркер із п'єзоелектрогенератором та з меншою кількістю датчиків.

Для збереження даних з датчиків вибрано систему управління базою даних PostgreSQL, яка відома своєю надійністю та масштабованістю. Для фронтенду веб-додатку застосувалось React, для бекенду - Node.js та Express фреймворк. Програма, побудована із використанням наведених технологій, забезпечує гнучкість, швидкість та масштабованість.

Загалом, система розумних маркерів стежок має чималий потенціал для розвитку та вдосконалення. Зокрема можна створити мобільний додаток для навігації та встановити на маркерах Bluetooth Low Energy beacons, за допомогою яких в офлайн режимі надавати необхідну туристам інформацію та попередження.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Системи навігації для туристів на базі розумних маркерів стежок мають великий потенціал у покращенні якості туристичного досвіду та підвищенні рівня безпеки туристів. Для подальшого розвитку цієї технології необхідні дослідження та детальні перевірки.

ЛІТЕРАТУРА

1 Mohamad Ashrul Che Osman, Roslina Mohamad, Darmawaty mohd ali, Hafizal Mohamad (2022, Oct 21) A Review of LoRaWAN and its Application in Forest Remote Monitoring System. International Journal of Electrical & Electronic Systems Research (IEESR). 15-23.

2 Офіційний сайт Pavegen Tiles [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.pavegen.com/> (дата звертання: 29.02.2024)



СОФІЯ ПОКОТИЛО працює над здобуттям ступеня бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — нові технології зв'язку для IoT, методи обробки великих обсягів даних з IoT-пристроїв, включаючи методи машинного навчання та аналізу великих даних для виявлення зв'язків, тенденцій та виняткових ситуацій.



СЕРГІЙ ПАЛІЙ – к.т.н., доцент. У 2001 році тримав ступінь бакалавра, а у 2002 ступінь магістра за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна). Захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю «Інформаційні технології» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) у 2014 році. Там же у 2015 році отримав звання доцента. Серед наукових інтересів — інформаційно-комунікаційні технології, інтернет речей, електронне навчання, інформаційна безпека.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ІОТ-ПРИСТРОЯМИ ЗАХИСТУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Артем Ріmek¹, Олена Сіпко²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: rimeka@fit.knu.ua

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sipko.olena@knu.ua

***Анотація.** В цій роботі розглянуто систему моніторингу та управління IoT-пристроями для захисту приватного будинку. Розглянуто дані та методи використання сенсорних даних, відеоданих та інших інформаційних ресурсів. Проведено комплексне дослідження по впровадженню цієї системи, зокрема покращенню реагування на небезпеку та зручному віддаленому управлінню. У заключному розділі подано обговорення та висновки, де підкреслено значимість використання цієї технології для підвищення рівня безпеки приватних будинків та її корисність для різних зацікавлених сторін.*

Ключові слова: IoT, захист даних, біометрія, розумний будинок, датчики, моніторинг.

I. ВСТУП

У цифрову епоху, коли "розумні" технології стають неодмінною частиною нашого повсякдення, IoT-пристрої для захисту приватних будинків набувають все більшої актуальності. Забезпечення безпеки оселі стає пріоритетом для багатьох власників житла, які шукають ефективні та зручні рішення для захисту свого майна та близьких.

Для вирішення цієї проблеми пропонується створити систему моніторингу та управління цими IoT-пристроями для захисту приватного будинку, які дозволяють не лише виявляти потенційні загрози та небезпеки, а й активно контролювати та реагувати на них у реальному часі. У цьому контексті, розробка та впровадження систем моніторингу та управління IoT-пристроями стає ключовим елементом забезпечення безпеки та спокою в приватних будинках.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У сучасному світі системи моніторингу та управління IoT-пристроями для захисту приватних будинків використовують різноманітні дані та методи для ефективного функціонування. Цей розділ розгляне ключові типи даних, які збираються та аналізуються цими системами, а також методи їх обробки та використання.

Дані:

1. Сенсорні дані:

Системи моніторингу захисту приватного будинку використовують різноманітні сенсори, що вимірюють параметри навколишнього середовища, такі як температура, вологість, рух та дим. Ці дані дозволяють виявляти потенційні небезпеки, такі як пожежа або вторгнення, та сповіщати про них власників будинку.

2. Відеодані:

Відеокамери, які встановлюються в різних частинах будинку та на його території, записують відеодані, які можуть використовуватися для візуального моніторингу подій та виявлення незвичних або підозрілих дій.

3. Дані про доступ:

Інформація про доступ до будинку, включаючи час входу та виходу, способи входу (наприклад, використання ключів, відбитків або кодів доступу), дозволяє відстежувати активність та ідентифікувати осіб, які входять до будинку.

4. Дані про статус системи безпеки:

Системи безпеки збирають дані про свій власний стан та функціонування, такі як інформація про активні сенсори, статус підключених пристроїв та виявлені загрози.

Методи:

1. Збір та обробка даних:

Системи моніторингу використовують різноманітні технології для збору та обробки даних з різних джерел, включаючи сенсори, відеокамери та інші IoT-пристрої. Це може включати як проведення локальної обробки даних, так і використання хмарних сервісів для зберігання та аналізу інформації.

2. Аналіз даних:

Щоб виявити потенційні загрози та небезпеки, зібрані дані проходять через процес аналізу, який може включати в себе застосування алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для виявлення аномалій та паттернів.

3. Системи сповіщення:

У разі виявлення потенційної загрози системи моніторингу можуть використовувати різні канали сповіщення, такі як SMS, електронна пошта або мобільні додатки, для повідомлення власників будинку про виниклу ситуацію.

4. Інтеграція з "розумними" пристроями:

Системи моніторингу можуть бути інтегровані з іншими "розумними" пристроями у будинку, такими як системи освітлення, термостати чи замки, щоб дозволити власникам здійснювати віддалене керування та автоматизувати процеси безпеки.

5. Захист даних:

Забезпечення безпеки та конфіденційності зібраних даних є надзвичайно важливим аспектом систем моніторингу та управління, і для цього використовуються сучасні методи шифрування та захисту інформації.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Впровадження системи моніторингу та управління IoT-пристроями для захисту приватного будинку призводить до значних позитивних результатів у забезпеченні безпеки та комфорту власників будинку. Нижче подано деякі ключові результати цієї системи та їх аналіз:

- **Покращення реагування на небезпеку:** Система моніторингу надає можливість виявляти небезпеки, такі як вторгнення, пожежі або протікання газу, ще до того, як вони стануть серйозними загрозами. Це дозволяє вчасно реагувати на ситуації небезпеки, запобігаючи можливим збиткам та травмам.
- **Зручне управління віддалено:** Власники будинку мають змогу віддалено керувати системою безпеки через мобільні додатки або веб-інтерфейси. Це дозволяє вимкнути або увімкнути систему безпеки, відкрити двері для гостей або надати дозвіл на відвідування, навіть якщо вони не знаходяться в будинку, в тому числі з використанням систем біометричної ідентифікації особи.

- Підвищення рівня загальної безпеки: Впровадження системи моніторингу та управління IoT-пристроями підвищує загальний рівень безпеки в будинку, забезпечуючи власникам спокій та впевненість у безпеці свого майна та близьких.

В цілому, результати впровадження системи моніторингу та управління IoT-пристроями для захисту приватного будинку свідчать про значні переваги у забезпеченні безпеки, комфорту та ефективного використання ресурсів.



Рисунок 1. Прототип системи моніторингу входу у будинок з використанням FaceRecognition.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Впровадження системи моніторингу та управління IoT-пристроями для захисту приватного будинку є перспективним напрямком в розвитку сучасних технологій, спрямованим на забезпечення безпеки та комфорту власників будинків. Однак, на шляху впровадження таких систем існують кілька важливих питань, які потребують уваги та обговорення.

По-перше, важливо враховувати питання приватності та захисту даних. Збирання великої кількості інформації про особисте життя власників будинку може стати об'єктом для несанкціонованого доступу чи зловживання. Тому необхідно розробляти ефективні заходи захисту даних та визначення чітких правил доступу до них.

Друге важливе обговорення стосується ефективності та надійності самої системи. Незважаючи на значні переваги, іноді IoT-пристрої можуть бути схильними до збоїв або кібератак, що може підірвати безпеку будинку. Тому важливо регулярно оновлювати програмне забезпечення, виконувати резервне копіювання даних та вживати заходів безпеки для запобігання можливим загрозам.

Зрештою, висновок полягає в тому, що система моніторингу та управління IoT-пристроями захисту приватного будинку є важливим кроком у напрямку створення безпечних та комфортних умов проживання. Однак успішне впровадження вимагає уважного процесу іспитувань та підготовки, а також постійного вдосконалення та підтримки з боку розробників та виробників. З врахуванням цих факторів, можна забезпечити успішну інтеграцію технологій IoT у будинковий сектор та забезпечити максимальну користь для користувачів.

ДЖЕРЕЛА

1. Plomondon R., Lorette G. Automatic signature verification and writer identification – the state of the art // Pattern Recognition 1999 – Vol. – 22, № 2, p. 107 – 131.
2. Приклад успішного рішення по біометричній безпеці: веб-сайт. URL: <https://www.aratek.co/biometric-solution> (дата звернення: 27.02.2024)
3. Різні типи контролю доступу в смарт будинки: веб-сайт. URL: <https://microsegur.com/en/smart-buildings-security/> (дата звернення 27.02.2024)



АРТЕМ РИМЕК працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році.



ОЛЕНА СПІКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

ЗАСТОСУВАННЯ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ТЕЛЕКОМ ОПЕРАТОРІВ

Олена Федчук¹, Мирослава Гладка²

¹Студент, кафедра програмних технологій інтернету речей, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: helen.fedchuk@gmail.com

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

Анотація. Дана робота присвячена дослідженню та аналізу можливостей застосування технологій Інтернету речей (IoT) у системі рекомендацій для телекомунікаційних операторів. IoT надає можливість отримання динамічної та актуальної інформації про абонентів у реальному часі, що відкриває нові перспективи для персоналізації та оптимізації послуг операторів зв'язку. Робота включає аналіз сучасних підходів та технологій в області IoT та рекомендаційних систем, а також розробку концептуальної моделі системи рекомендацій, яка використовує IoT технології. Результати дослідження можуть сприяти подальшому розвитку та вдосконаленню систем рекомендацій для телекомунікаційних операторів, забезпечуючи більш ефективне використання ресурсів та покращення користувацького досвіду.

Ключові слова: Система рекомендацій, Інтернет речей, колаборативна фільтрація, демографічна фільтрація, гібридний метод

I. ВСТУП

Застосування технологій інтернету речей (IoT) набуло широкого вжитку в усіх ключових сферах діяльності людини. Телекомунікаційна сфера є однією з таких, проте, як і в будь-якій сфері послуг, в ньому існує проблема втрати зацікавленості клієнтів через невідповідність узагальнених пропозицій їх уподобанням. Зростання очікувань користувачів і конкуренція вимагають нових стратегій взаємодії з клієнтами. Щоб зменшити відтік абонентів, операторам потрібно не тільки адаптувати пропозиції, а й впливати на «переміщення клієнта» від одного оператора до іншого, зберігаючи високий дохід компанії. Для оперування доходом відносно кількості абонентів було сформовано основні стратегії: (1) придбання нових клієнтів, (2) продаж існуючих клієнтів та (3) збільшення терміну утримання клієнтів. Однак порівняння цих стратегій з урахуванням вартості рентабельності інвестицій кожної з них показало, що третя стратегія є найбільш вигідною [1]. Основним методом для її реалізації стало підвищення користувацького досвіду через персоналізацію пропонованих продуктів для утримання клієнтської бази в умовах зростаючої конкуренції.

Запровадження алгоритмів, що опрацьовують дані клієнтів та генерують актуальні пропозиції, збільшує дохід компаній у сфері електронної комерції, до якої продаж послуг операторами зв'язку має пряме відношення. Згідно статті McKinsey [2], їх система рекомендацій щодо товарів створила у 2013 році 35% доходу Amazon.com, збільшивши доходи на 29% з 9,9 мільярдів доларів до 12,83 мільярдів доларів протягом того ж року. За

даними 2021 року, компанія повідомляє про те, що майже 85% доходів отримано від ефективної роботи впроваджених алгоритмів рекомендацій.

Згідно дослідження [3], у системі рекомендації компанії застосовується два алгоритми - фільтрації на основі вмісту та колаборативної фільтрації. Вони використовують тільки вже наявні оцінки продуктів серед користувачів та історію їх уподобань

В свою чергу, компанії телекомунікаційного сектору не були заявлені, як активні користувачі індивідуально розроблених алгоритмів рекомендацій, отже можна припустити, що така ж комбінація алгоритмів присутня і у них. Хоча компанії цього сектору мають перевагу у вигляді застосування IoT технологій - отримання та аналізу актуальних даних з мережевих пристроїв у власності. Ця особливість бізнесу дозволяє покращити систему і спроектувати її гібрид на основі вже відомих алгоритмів рекомендацій, а також додати систему, що буде фільтрувати пропозиції на основі даних абонентів з IoT мережі та їх демографічних даних із бази даних компанії.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для запропонованої системи рекомендацій, що буде використовуватись у сфері телекомунікацій, вхідні дані будуть надходити з каналів, поданих у Таблиці 1:

Таблиця 1. Канали та вхідні дані для системи рекомендацій

№	Канал надходження даних	Необхідні вихідні дані
1	Телекомунікаційна мережа програмні мережеві датчики споживання трафіку, датчики GPS	- Поточне місцезнаходження; - щомісячний обсяг використання трафіку: - інтернет - дзвінки - смс
2	Профіль абонента у компанії	- Вік; - стать; - сімейний стан; - категорія клієнта (B2B\B2C); - поточний час з моменту приєднання до компанії; - поточні активні продукти\послуги; - історія придбання продуктів компанії;
3	Канал продажу продуктів та послуг	- тип каналу (прямі продажі, сайт, фізичний магазин)
4	Каталог продуктів та послуг компанії	- Актуальні продукти та послуги з переліком характеристик відносно категорії клієнта, типу каналу та локації продажу

Отримані дані будуть оброблятися запропованою гібридною системою за допомогою комбінації алгоритмів фільтрацій. Фільтрування на основі вмісту залишає пропонованим той вміст, що є схожим до того, що був придбаний користувачем раніше. Алгоритм реалізує обчислення вагових коефіцієнтів для кожного елемента, на основі подібності властивостей елемента (кількість мегабайт інтернету, вартість, відповідність категорії користувача та ін.) з заданим елементом використовуючи міру схожості

Рекомендаційні системи, в основі роботи яких лежить колаборативна фільтрація на відміну від фільтрації на основі вмісту для своєї роботи аналізують дані про користувачів, а не про елементи системи. Кожному користувачу у відповідність ставиться деяка група користувачів, зі схожими з ним смаками. На основі цього формулюється гіпотеза, що

користувачі, які однаково оцінили деякі об'єкти в минулому, швидше за все, однаково оцінять інші об'єкти в майбутньому [4]

Для визначення ступеня схожості користувачів та формування груп, необхідно побудувати профіль користувача для кожного з них. Алгоритм реалізує обчислення вагових коефіцієнтів для кожного користувача, на основі подібності демографічних даних (вік, стать, національність і т.д.) та місцевих заданим користувачем використовуючи міру схожості. Також, цей алгоритм буде розширено додатковим критерієм місцезнаходження користувача, що дозволить формувати пропозиції на основі оцінок інших користувачів зі схожими демографічними профілями та близьким місцезнаходженням.

Проаналізувавши три обрані методи для створення системи рекомендацій, було вирішено створити гібридну систему, що включатиме вищеописані алгоритми. Це буде вирішенням проблеми із недоскональностями існуючих підходів. Окремо ці алгоритми можуть формувати недосконалі пропозиції, якщо їх тренувати тільки на історії вибору користувачів, що у рамках телеком оператора може бути неінформативною та замалою вибіркою, адже більшість B2C (Business to Customer) користувачів змінюють обраний тариф раз на рік із змінами політик у операторів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Використання гібридних алгоритмів вже успішно застосовується компаніями у різних сферах, наприклад Netflix. Гібридний алгоритм у цій реалізації використовує аспекти фільтрації на основі контенту та колаборативної фільтрації, додатково беручи до уваги регіони, де знаходяться користувачі.

Підхід до аналізу профілю користувача (вік, стать, національність) та попередніх запитів вже використовує Google News - безкоштовний агрегатор новин, який надається та управляється компанією Google Inc з 2002 року.

Проте використання елементів IoT у цих системах не є широко поширеним. Тому створення запропонованої системи із використанням розширених алгоритмів фільтрації буде мати декілька кроків проектування. Система буде реалізовувати наступний бізнес-процес:

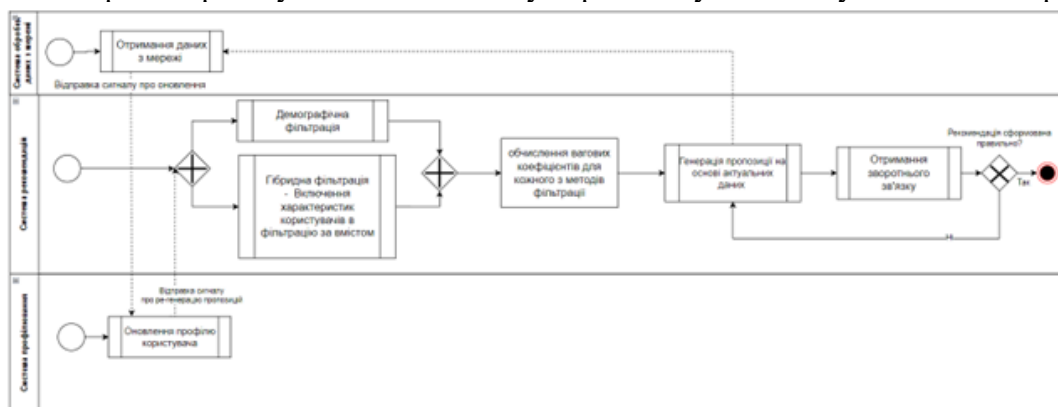


Рисунок 1. Діаграма бізнес-процесу запропонованої системи рекомендацій

Для реалізації цього бізнес-процесу, система повинна взаємодіяти з масивом датчиків, таких як GPS та віртуальні датчики використання трафіку. Вони будуть передавати дані у підсистему обробки інформації з мережі, яка буде аналізувати та очищувати їх від шумів та хибних сигналів. Далі, ці дані будуть зберігатися у Big Data центрі, а сигнал про їх надходження буде ініціювати оновлення профілю користувача та запуск алгоритму демографічної фільтрації у підсистемі генерації пропозицій. З оновленими даними про самого користувача система зможе перерахувати вагові коефіцієнти для кожного елемента, якого вже було відібрано на попередній ітерації. Результат у вигляді масиву сформованих

пропозицій може бути надано сторонній системі виводу інформації за допомогою протоколів зв'язку та отримати назад зворотній зв'язок - таким чином у системі буде реалізовано елемент навчання алгоритму з підкріпленням для покращення результатів фільтрації у майбутніх ітераціях.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

За результатами проведеної роботи можна визначити, що використання IoT технологій в сфері електронної комерції послуг телекомунікаційних компаній, не є широко поширеним, як для інших компаній, що продають фізичні продукти. Проте використання інтернету речей для побудови систем рекомендацій за допомогою розширення профілю користувача новими параметрами місцезнаходження та активності у мережі, може зробити розпізнавання потенційної пропозиції як релевантної більш точним за рахунок розширення кількості параметрів алгоритму фільтрації.

Для обробки даних з мережі та інкорпорацію їх в існуючі моделі класифікації та фільтрації, необхідно також приділяти увагу алгоритму, який використовується для генерації пропозицій. У розглянутій роботі було прийнято рішення про створення гібридного алгоритму на основі простих існуючих через те, що окремі алгоритми мають свої недоліки та споживають більше обчислювальних ресурсів, ніж гібридний на їх основі.

Також, у подальшому необхідно розглянути питання безпеки особистих даних користувачів, що отримані з мережі - анонімізація даних під час використання їх алгоритмом не повинна порушувати процес генерації пропозицій та забезпечувати безпеку при потенційному витоку даних до сторонніх ресурсів.

ДЖЕРЕЛА

1. Режим доступу: Як українці вибирають мобільного оператора. *Бізнес NV* <biz.nv.ua/ukr/experts/jak-ukrajintsi-obirajut-mobilnogo-operatora-1930612.html> [Дата звернення: 28 лютого 2024]
2. Режим доступу: How retailers can keep up with consumers <mckinsey.com/industries/retail/our-insights/how-retailers-can-keep-up-with-consumers> [Дата звернення: 28 лютого 2024]
3. Sharma R., Singh R. (2016) Evolution of Recommender Systems from Ancient Times to Modern Era: A Survey. *Indian Journal of Science and Technology*.
4. S.S., Anand, and B., Mobasher (2016) Intelligent Techniques for Web Personalization. *IJCAI* 2006, с. 1-37.



ОЛЕНА ФЕДЧУК отримала ступінь бакалавра інженерії програмного забезпечення у Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” (Київ, Україна) в 2022 році. Нині автор(ка) працює над здобуттям ступеня магістра з програмних технологій інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Паралельно з Серед наукових інтересів — бізнес аналіз у сфері телекомунікацій, системи рекомендацій та методи класифікації даних.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впровадженнь у провідних компаніях IT галузі. Досвід практичної роботи понад 10 років.

SMARTPARK: ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВКОЮ ТЦ ХІТ MALL

Анастасія Циганова ¹, Мирослава Гладка²

¹Студентка 4-го курсу, факультету інформаційних технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-9604-9391

E-mail: a.d.tsyganova@gmail.com

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

***Анотація.** Доповідь зосереджена на розробці та впровадженні проекту SmartPark, який застосовує технології Інтернету речей (IoT) з використанням сучасних пристроїв для поліпшення управління парковкою за допомогою мобільного застосунку. Проект спрямований на забезпечення ефективного моніторингу вільних місць паркування, зменшення часу на їх пошук та підвищення загальної ефективності використання ресурсів паркування. В доповіді аналізуються методи реалізації системи на основі IoT, включно з застосуванням датчиків руху, простору, сканування для надання актуальної інформації про стан місць для паркування через мобільний застосунок та веб-сайт. Аналіз вказує, що таке впровадження забезпечує підвищення ефективності управління паркінгом, сприяє зручності користувачів та знижує трафік у районі торговельного центру.*

Ключові слова: IoT, управління паркінгом, підвищення ефективності, зниження трафіку, автоматизація.

I. ВСТУП

У сучасному міському середовищі, де кожен квадратний метр має велике значення, забезпечення ефективного управління паркінгом стає ключовим викликом для міст по всьому світу. Проблема пошуку вільного місця для паркування не лише забирає час у водіїв, але й сприяє збільшенню трафіку, що, в свою чергу, веде до зростання викидів та зниження якості життя в місті. У цьому контексті, інтеграція інноваційних технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), відкриває нові перспективи для розв'язання цієї проблеми.

Проект SmartPark, реалізований в ТЦ Хіт Mall у Києві, є прикладом такого підходу. Використання IoT датчиків руху на паркінгу та датчиків на в'їзді для ведення відліку кількості автомобілів, які зараз перебувають на паркінгу, дозволяє створити динамічну карту вільних місць, доступну користувачам через мобільний застосунок та веб-сайт. Це не тільки спрощує процес пошуку паркувального місця, але й сприяє кращому розподілу транспортних потоків в районі торговельного центру.

Важливою складовою системи SmartPark є використання різноманітних датчиків, таких як датчики руху, вільного простору, світла, температури та вологості, які забезпечують точний моніторинг стану місць для паркування, але й умов навколишнього середовища. Особливу увагу приділено датчику на в'їзді, що дозволяє вести точний облік кількості автомобілів на паркінгу, оптимізуючи використання доступного простору та забезпечуючи актуальну інформацію для користувачів системи. Основну інформацію про використані датчики можна дізнатись у Таблиці 1.

Цей підхід не лише полегшує життя користувачів, а й сприяє екологічності міста та ефективному використанню ресурсів паркінгу. Інтеграція Інтернету речей у системи управління паркінгом демонструє, як технології сприяють створенню організованого та сталого міського середовища. Проект SmartPark є яскравим прикладом того, як інноваційні рішення можуть мати значний вплив на місто, його мешканців та довкілля.

Таблиця 1. Огляд датчиків системи управління парковкою SmartPark

Датчик	Опис	Призначення
Датчик руху	Виявляє наявність автомобіля на місці для паркування.	Використовується для моніторингу вільних/зайнятих місць.
Датчик присутності	Виявляє наявність автомобіля на конкретному місці для паркування.	Використовується для моніторингу вільних/зайнятих місць.
Відеокамера	Виявляє наявність автомобіля на місці для паркування.	Використовується для моніторингу вільних/зайнятих місць; моніторингу руху транспорту на паркінгу.
Датчик відкриття та безпеки	Забезпечує відкриття шлагбауму для проїзду автомобіля, контролює наявність авто під шлагбаумом.	Забезпечує безпечний в'їзд та виїзд з паркінгу
Парктронік	Для контролю за дистанцією до перешкод та звукового супроводу процесу паркування	Призначений для безпечного паркування в межах місця для паркування та безпечного переміщення в вузьких проїздах
Датчик світла	Вимірює рівень освітленості на паркінгу.	Допомагає управлінню освітленням для підвищення безпеки.
Датчик температури	Вимірює температуру навколишнього середовища.	Використовується для контролю кліматичних умов на паркінгу.
Датчик вологості	Вимірює рівень вологості в повітрі.	Потрібен для моніторингу умов зберігання на відкритих паркінгах.
Датчик проходження	Встановлюється на в'їзді/виїзді з паркінгу для фіксації кількості автомобілів.	Використовується для ведення відліку загальної кількості автомобілів на паркінгу.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Система управління паркінгом SmartPark застосовує інтегрований підхід на основі Інтернету речей (IoT), використовуючи датчики руху, світла, температури, вологості, та на в'їзді/виїзді для точного моніторингу місць для паркування і ведення обліку автомобілів, спрямований на оптимізацію використання місць і поліпшення досвіду користувачів через динамічне розподілення місць, автоматизацію освітлення для безпеки та контроль за кліматичними умовами.

Для аналізу та обробки зібраних даних використовуються наступні методи:

- статистичний аналіз, що дозволяє виявляти тенденції та закономірності у використанні паркінгу, оцінюючи ефективність існуючої системи управління;
- методи машинного навчання: для прогнозування попиту на місця паркування, для прогнозування піків завантаженості та оптимізації розподілу місць для паркування;
- методи оптимізації використовуються для розробки стратегій ефективного управління доступним простором для паркування з метою мінімізації часу пошуку вільного місця та зниження трафіку.

Для збору даних використовуються наступні типи датчиків:

- датчики руху визначають наявність автомобіля на місці для паркування;
- датчики світла і температури моніторять умови навколишнього середовища для забезпечення комфорту та безпеки;
- датчик проходження на в'їзді та виїзді реєструє кількість автомобілів, що в'їжджають та виїжджають, дозволяючи точно вести облік загальної кількості машин на паркінгу.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Проект SmartPark, впроваджений з використанням технологій Інтернету речей (IoT), має потенціал значно покращити процеси управління паркінгом, забезпечуючи ряд важливих переваг для користувачів, операторів паркінгів та міської інфраструктури. На основі аналізу даних, отриманих від датчиків, та застосування різноманітних методів обробки цих даних можна очікувати наступні результати:

- Оптимізація зайнятості місць: система може мінімізувати час, необхідний для пошуку вільного місця для паркування, завдяки точному моніторингу зайнятості та інтелектуальному розподілу місць серед користувачів.
- Зменшення загального трафіку: зниження часу пошуку місць може призвести до зменшення загального трафіку в районі знаходження паркінгу, що сприятливо впливає на рівень заторів та загальну екологічну ситуацію.
- Вплив на довкілля та зниження викидів: ефективніше управління паркінгом призводить до зменшення кількості часу, проведеного автомобілями в пошуку місця, тим самим знижуючи викиди шкідливих речовин в атмосферу.
- Покращення досвіду користувачів, задоволення користувачів: швидкий доступ до інформації про вільні місця та зручність бронювання паркінгу через мобільний додаток можуть значно підвищити рівень задоволеності користувачів.
- Прогнозування та аналіз: використання аналітичних інструментів та машинного навчання дозволить оцінити ефективність системи та прогнозувати майбутні потреби.
- Інтеграція з міськими системами: система SmartPark може бути інтегрована з міськими системами управління трафіком, що сприятиме поліпшенню загальної мобільності.
- Перспективи розвитку: додаткове впровадження технологічних інновацій та покращення алгоритмів аналізу даних дозволять системі SmartPark адаптуватися до змінюваних умов експлуатації та потреб користувачів.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Реалізація системи управління паркінгом SmartPark демонструє важливість інтеграції сучасних технологій Інтернету речей (IoT) в урбаністичне планування та управління міською інфраструктурою. Очікувані результати впровадження системи підкреслюють потенціал значного покращення ефективності використання паркінгу, оптимізації трафіку та зменшення впливу на довкілля. Основні аспекти обговорення та висновки можуть бути сформульовані наступним чином:

Використання IoT-технологій для моніторингу та управління парковками відкриває нові можливості для міст, що прагнуть стати "розумними" та підвищити якість життя своїх жителів. Втім, успіх таких систем залежить від їх інтеграції з іншими компонентами міської інфраструктури та здатності адаптуватися до змінних умов.

Система SmartPark зменшує трафік та викиди CO₂, сприяючи сталому розвитку. Важливо враховувати весь життєвий цикл системи, включаючи виробництво та утилізацію компонентів.

Покращення досвіду користувачів та зменшення стресу від пошуку місця для паркування позитивно впливає на соціальне благополуччя. Важливо забезпечити доступність системи для всіх груп населення, включаючи людей з обмеженими можливостями.

Інтеграція IoT в управління паркінгом оптимізує міський простір та підвищує якість життя міського населення. Позитивні впливи на довкілля та соціальне благополуччя підкреслюють важливість подальших інвестицій у розробку та впровадження подібних систем. Розгортання систем типу SmartPark повинно враховувати не лише технологічні аспекти, а й соціальну справедливість та екологічну сталість.

Подальший розвиток у цій області має зосереджуватися на інтеграції з іншими системами управління міською інфраструктурою та використанні передових аналітичних інструментів для прогнозування та адаптації до майбутніх викликів.

Враховуючи вищевказане, проект SmartPark може слугувати моделлю для майбутніх ініціатив, спрямованих на створення більш інтелектуальних, сталих та ефективних міських середовищ.

ДЖЕРЕЛА

1. Департамент Транспортної Інфраструктури Міста Києва. "Стратегія розвитку парковочного простору в місті Києві." URL: http://transport.kyivcity.gov.ua/strategy_parking
2. Інформаційний Портал "ЕкоМісто". "Екологічні аспекти використання IoT у міському господарстві." Доступно на: http://ecomisto.com.ua/iot_environmental_aspects
3. Міжнародний Журнал "Смарт-Технології та Управління". "Огляд застосування IoT у управлінні міською інфраструктурою." URL: https://smarttech-management.org/iot_in_city_management
4. Технологічний Блог "Інновації Сьогодні". "Інтернет речей як ключ до ефективного міського управління." URL: https://innovations-today.com/iot_for_city_management
5. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАРКІНГІВ. Датчики, сенсори, детектори руху, активатори, зчитувальні пристрої, карти для автоматизації невеликих паркувальних зон та великих автоматизованих паркувальних комплексів. URL: <https://auto-doors.com.ua/product-category/obladnannia-dlia-parkovok/>
6. Система динамічної навігації для критих паркінгів URL: <https://line-llc.com/Avtomatichna-parkovka/sistema-dinamichnoy-navogaciu-dlya-krutogo-parkingy>
7. Розумні системи паркування: тенденції та можливості для українських міст URL: <https://hub.kyivstar.ua/news/rozumni-systemy-parkuvannya-tendencziyi-ta-mozhlyvosti-dlya-ukrayinskyh-mist/>



АНАСТАСІЯ ЦИГАНОВА нині авторка працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському Національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. До кола інтересів відносяться розумні рішення в промисловості.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, має комплексну освіту в галузі інформаційних технологій та автоматизованих систем управління, керівник дипломної роботи студентки, авторки даної статті. Нині активно займається науковою та педагогічною діяльністю у сфері інформаційних технологій.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА МОНІТОРИНГУ СМІТТЄВИХ БАКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ "SMARTSORT"

Ольга Чубатюк¹, Мирослава Гладка²

¹ Студентка денної форми навчання, кафедри Програмних технологій Інтернет речей, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0009-0000-5399-6743

E-mail: chubatiukoa@gmail.com

² Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

Анотація. Статистика Всесвітнього банку свідчить про швидке збільшення обсягу твердих побутових відходів на планеті, що вимагає ефективних стратегій управління відходами. Розглядається можливість використання технологій Інтернету речей для розробки системи управління та моніторингу сміттєвих баків "SmartSort". Використання розумних баків з ультразвуковими датчиками рівня заповнення дозволяє оптимізувати маршрути збору сміття, зменшити витрати та підвищити зручність для мешканців шляхом надання їм інформації про рівень заповнення контейнерів.

Дослідження направлене на виявлення проблем у переробці та вивезення сміттєвих відходів, що є нагальною проблемою людства.

Ключові слова: Інтернет речей, ультразвукові датчики, моніторинг, оптимізація, аналіз даних.

I. ВСТУП

Згідно зі статистикою Всесвітнього банку, на планеті Земля щорічно утворюється близько 2 мільярдів тон твердих побутових відходів, що становить 0,74 кілограма на людину в день. Аналізуючи дані з попередніх років про відходи, включаючи темпи зростання населення світу, очікується що до 2050 року («Як показано на Рисунку 1) глобальні відходи зростуть до 3,40 мільярдів тон, що більш ніж удвічі перевищить зростання населення за той самий період.

Таким чином, в умовах, що передбачаються, актуальним є завдання світового масштабу по пошуку рішень оптимізації управління відходами, зокрема в великих містах.

Нині ж, з появою безлічі технологічних рішень в світі інформаційних систем, однією з передових технологій може стати система управління та моніторингу сміттєвих баків "SmartSort" з використанням Інтернету речей (ІоТ), з метою введення та забезпечення автоматизованого способу управління відходами.

Використовуючи розумні сміттєві баки з ультразвуковими датчиками рівня заповнення, передбачено отримання ряду переваг:

- Оптимізація маршрутів. За допомогою зібраних даних, відбуватиметься побудова найбільш оптимального маршруту для забору сміття в районі, області чи цілому місті, з мінімальною витратою пального, враховуючи дорожній трафік та погодні умови.
- Зменшення витрат. За допомогою точного визначення рівня заповнення сміттєвих баків можна уникнути зайвих витрат на вивіз порожніх або

малозаповнених сміттєвих баків, що в свою чергу, знову ж зменшує витрати на паливо, людський ресурс та технічне обслуговування транспортних засобів.

- Підвищення зручності для громадян. Завдяки можливості отримати інформацію про рівень заповнення сміттєвих баків з додатку/веб-застосунку, розумні контейнери дозволять мешканцям більш ефективно планувати свої сміттєві викиди та уникати ситуацій з переповненими баками.

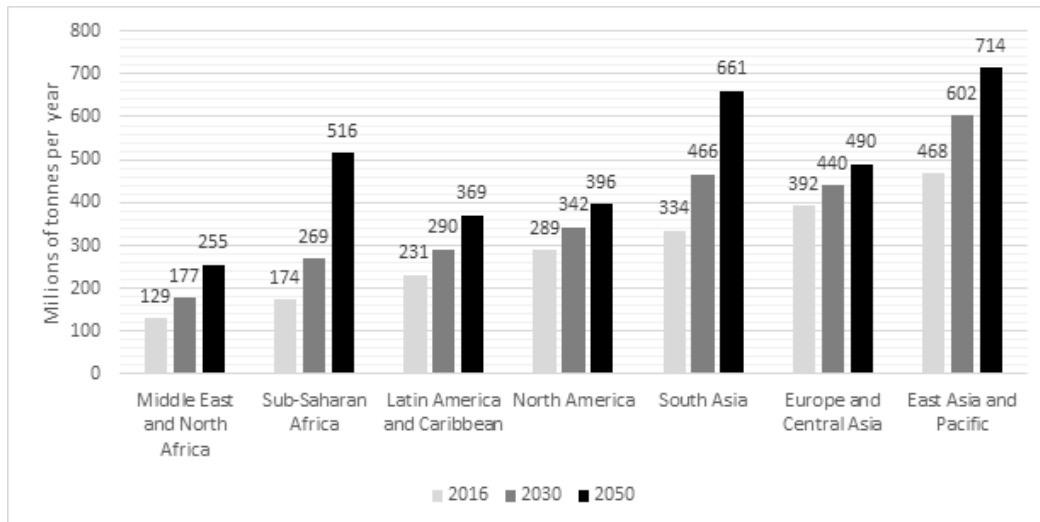


Рисунок 1. Прогнозне утворення відходів за регіонами (млн. тонн/рік)

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У вищеописаній системі передбачено використання різних датчиків та методів для збору даних (ультразвукові датчики, GPS трекери). При безпосередній розробці, датчики можуть підлягати змінам та оптимізації, проте за попереднім аналізом планується збір таких даних:

- Дані про рівень заповнення сміттєвих баків. Ультразвукові датчики будуть встановлені в сміттєві баки для постійного моніторингу їх рівня заповнення (з можливістю встановлення періодичності вимірювання від одного разу на день до вимірювання щохвилини). Ультразвукові датчики збиратимуть дані про обсяг сміття в баках, інформація з яких, буде передаватися до центральної системи.
- Геолокаційні дані. Інформація про місцезнаходження сміттєвих баків забезпечить визначення найкоротшого шляху для сміттєзабірних машин що збиратимуть сміття та свого роду безпеку баків при викраденні.
- Дані про дорожні умови та трафік. З використанням цих даних система матиме змогу уникати заторів та затримок під час збору сміття що в свою чергу допоможе оптимізувати маршрути.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Запропонована технологічна ініціатива, принцип якої полягає у впровадженні системи управління та моніторингу сміттєвих баків "SmartSort" з використанням Інтернету речей (IoT), несе за собою потенціал вирішення проблеми по кількості твердих побутових відходів та відповідно забруднення нашої планети. Використовуючи розумні сміттєві баки з ультразвуковими датчиками рівня заповнення та GPS трекерами, система пропонує ряд переваг: оптимізація маршрутів, зменшення витрат, підвищення зручності використання системи користувачами.

Переваги використання системи:

- Економія коштів: Система може допомогти зменшити витрати на вивезення сміття за рахунок оптимізації маршрутів та скорочення кількості непотрібних рейсів.
- Підвищення екологічності: Система може допомогти зменшити викиди CO₂ та забруднення навколишнього середовища за рахунок скорочення кількості непотрібних рейсів.
- Покращення санітарних умов: Система може допомогти покращити санітарні умови за рахунок своєчасного вивезення сміття та запобіганню переповнення баків.
- Підвищення рівня обслуговування: Система може допомогти покращити рівень обслуговування за рахунок надання жителям інформації про рівень заповнення баків.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Раніше описані мною дослідження, дані, методи показують що впровадження системи управління та моніторингу смітєвих баків "SmartSort" може стати ефективним рішенням для оптимізації управління відходами у великих та середнього розміру містах. Зібрані дані геолокації, про рівень заповнення баків, дані про дорожний трафік, в комплексі з алгоритмами оптимізації, дозволять будувати оптимальні маршрути забору сміття, тим самим зменшуючи витрати та забезпечуючи зручність для мешканців міст. Система "SmartSort" може стати ключовим вирішенням екологічної проблеми і сприяти сталому розвитку міст.

ДЖЕРЕЛА

1. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van F. (2018) WHAT A WASTE 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, Regional Snapshots (3), 39-76
2. Dominic A., N.S Raghava, Sustainable Cities and Society «Real-time smart garbage bin mechanism for solid waste management in smart cities», том 75, Грудень 2021
3. Gao M., Sule A., Cheekati E., Automated Trash Can, 2.4. Sensor Unit, 2.4.1 Ultrasonic Sensors
4. Контроль вивезення сміття та наповнюваності контейнерів - система GPSM Eco Track
URL: <https://gpsm.ua/blog/kontrol-vivoza-musora-i-napolnjaemosti-kontejnerov-sistema-gpsm-eco-track/>
5. Як у Європі вирішують проблему вивозу сміття URL: <https://iotji.io/yak-u-es-vyrishuyut-smittevu-problemu/>



ОЛЬГА ЧУБАТЮК отримує ступінь бакалавра інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Наразі авторка є студенткою сертифікаційної програми University of California (Лос Анджелес, США) підрозділу UCLA Extension - Systems Analysis (CE0042), запланований рік випуску 2025. Серед наукових інтересів — системний аналіз, розробка програмних специфікацій, тестування та документування, вирішення бізнес-проблем за допомогою інформаційних технологій.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впровадженнь у провідних компаніях ІТ галузі. Досвід практичної роботи понад 10 років.

ІОТ-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТІВ-ПИЛОСОСІВ ДЛЯ ДОМАШНЬОГО ПРИБИРАННЯ

Шевченко Сергій

¹Студент, Програмні Технології Інтернету Речей, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0007-1796-1915

E-mail: s.v.shewchenko@gmail.com

***Анотація.** Розробка методу автоматичного управління пилососом засобами IoT, проектування і програмна реалізація на його основі високоефективної системи IoT рішень для процесу прибирання з підтримкою автоматизованого управління процесами фіксування перешкод, планування маршруту та мінімальним використанням енергоресурсів мікроконтролера.*

Ключові слова: архітектура IoT рішення, мікроконтроллер, програмний комплекс, схематичне рішення, пилосос

I. ВСТУП

Ні для кого не секрет, що зі зростанням ролі технологій в нашому щоденному житті, все більше буденних задач людство починає передавати автоматизованим системам. І дійсно – це позбавляє зайвих побутових клопотів та необхідності витратити час на рутинні справи. Зокрема ті, які часто повторюються. Будь-яку дію, яка повторюється більше 1 разу можна оптимізувати в вимірі часу та докладених для її виконання ресурсів. Прибирання не є виключенням.

Щотижневі клопоти є енерговитратними та тривалими по часу. Людина прагне приділяти більше уваги тим заняттям, які їй до вподоби, та витратити мінімум зусиль для того, що є необхідним, але недостатньо цікавим. Дійсно, статистично більшості людей монотонний процес прибирання не до смаку^[1]. Саме тому виходом з цієї ситуації стало впровадження новітніх технологій в сфері клінінгу, найдоступнішою з яких є система розумного пилососу. І дійсно, розумні пилососи не потребують суттєвого налаштування та часовитрати на обслуговування, адже вони автоматично формують маршрут та самостійно прибирають бруд на цьому маршруті. Роль людини в цьому випадку зводиться до своєчасного очищення наповненого резервуара з зібраним пилом, підзарядки пристрою або усунення перешкод на шляху пилососа. Таким чином основний процес прибирання, який раніше потребував безперервної участі людини, може виконуватись майже повністю автономно.

Таким чином господар будинку з IoT-системою роботів-пилососів автоматизує одну з важливих повторюваних рутин, і тим самим вивільнить більше часу на пріоритетні задачі, підтримуючи будинок у чистоті без власної участі або з мінімальними внесками.

Робот-пилосос є також й одним з найдоступніших більшості людей прикладів IoT-системи, поширеність та розмір ніші ринку якого зростає з року в рік^[2]. Таким чином робота є актуальною, а користь від впровадження подібних систем у життя кожної людини є беззаперечною.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Розглянемо весь процес виконання поставленої задачі з точки зору самого пристрою. Перед початком виконання, потрібно пересвідчитись, що пристрій увімкнено, заряду для виконання задачі, достатньо, резервуар з брудом порожній, пилосос має можливість рухатись (не оточений перешкодами). Відповідно про успішну можливість прибирання має бути сповіщений користувач. Тож можемо скласти наступний перелік функціоналу (у вигляді датчиків та програмної реалізації):

1. Стан акумулятора
2. Стан резервуара
3. Стан датчика перешкод
4. Стан інформуючої системи (яка повідомляє про всі інші стани)

Далі, розібравши основні датчики та їх необхідність перед стартом роботи, перейдемо до найважливішого етапу – руху пристрою. Розробимо правила для загального алгоритму:

1. Перешкод немає – рухайся прямо
2. Перешкода є – повернись і просунься праворуч та проаналізуй те, що опинилось ліворуч від тебе, на предмет відсутності перешкод.
3. Перешкоди були 3 рази поспіль без можливості рухатись далі – сповістити про оточення і неможливість руху.

Цей набір стандартних логічних правил дозволить в майбутньому розробити детальний механізм реакції на проблеми з перешкодами, а також загалом допоможе зі структуризацією роботи над проектом. Таким чином ми отримуємо пристрій, який, в разі відсутності проблем, які потребують втручання людини, буде самостійно пересуватись і оминати перешкоди. Але він буде рухатись «по колу» не виконуючи очистку віддалених від перешкод площини. Для цього маємо придивитись уважніше до вже наявних алгоритмів відвідування кожного сегмента кімнати пристроєм. Крім того має враховуватись оптимальна кількість «поворотів у системі» та адаптація під динамічне оточення[3]. Для цього всю територію поділимо на сегменти за розміром пилососа, а перешкоди, як то стіни чи меблі, позначимо як «зайняті сегменти». Таким чином задача робота пилососа полягає у пересуванні кожним «вільним сегментом», до якого той може потрапити не наштовхнувшись на «зайнятий сегмент».

Певною мірою завдання також перегукується з задачею про хід коня[4], суть якої полягає у тому, що шаховий кінь має обійти всі сегменти шахівниці пройшовшись по кожній лише 1 раз. Таким чином рух нашого робота-пилососа підпорядковуватиметься гамільтоновому циклу[5].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

У процесі розробки методу автоматичного управління пилососом засобами Інтернету речей (IoT) було проведено проектування та програмна реалізація вискоєфективної системи IoT рішень для процесу прибирання. Основні результати та аналіз цього процесу такі:

Архітектура Інтернету речей (IoT) рішення: У результаті досліджень та розробки була створена архітектура системи, що дозволяє ефективно керувати роботом-пилососом через Інтернет з використанням мікроконтролера.

Мікроконтролер: Для реалізації автоматичного управління пилососом був обраний та використаний певний мікроконтролер, який забезпечує необхідні обчислювальні та керуючі можливості.

Програмний комплекс: Був розроблений програмний комплекс, який включає в себе алгоритми фіксування перешкод, планування маршруту та мінімізації використання енергоресурсів мікроконтролера.

Схематичне рішення: Результатом розробки є схематичне рішення, яке може бути впроваджено в практиці для автоматизованого прибирання за допомогою робота-пилососа.

Пилосос: Основним елементом системи є сам пилосос, який підкоряється автоматизованому управлінню з використанням розробленого програмного забезпечення та алгоритмів.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Проектування та програмна реалізація вискоєфективної системи IoT рішень для процесу прибирання з підтримкою автоматизованого управління процесами фіксування перешкод, планування маршруту та мінімальним використанням енергоресурсів мікроконтролера є важливим кроком у розвитку сучасних технологій побутової автоматизації. Цей проект відображає потенціал IoT для полегшення повсякденних обов'язків та оптимізації витрат часу та енергії.

V. ПОДЯКИ

Хочемо висловити подяку керівнику наукової роботи, який взяв участь у розробці та впровадженні даного проекту. Велика подяка команді і всім, хто надихав нас на цей шлях.

Це розглядається як важливий внесок у покращення якості життя та розвиток технологій, що спрямовані на спрощення повсякденних справ.

Зазначені вище розділи відображають результати та висновки здійсненої роботи з проектування та реалізації автоматичного управління пилососом засобами Інтернету речей.

ДЖЕРЕЛА

1. New York Post. (2023, March 24). Most people don't clean their homes for a month, poll finds. Retrieved from <https://nypost.com/2023/03/24/most-people-dont-clean-their-homes-for-a-month-poll-finds/>
2. Statista. (n.d.). Worldwide robotic vacuum cleaner revenue. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1022991/worldwide-robotic-vacuum-cleaner-revenue/>
3. Dost, Muhammad. (2016). "A Review of the Internet of Things (IoT) Applications in Healthcare." *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 28(4), 1–9. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352664516300050>
4. Вікіпедія. (н.р.). Задача про хід коня. Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D1%85%D1%96%D0%B4_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8F
5. Gotti, Francesco. (n.d.). Hamiltonian Graphs. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <https://math.mit.edu/~fgotti/docs/Courses/CombinatorialAnalysis/HamiltonianGraphs.pdf>



СЕРГІЙ ШЕВЧЕНКО здобуває ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю.

ІОТ – СИСТЕМА СПОРТИВНО-ТРЕНУВАЛЬНО КОМПЛЕКСУ НА ПРИКЛАДІ ВЕЛОСПОРТУ

Юрій Ярошенко ¹, Андрій Онищенко ²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: yaroshenkoYu@fit.knu.ua

²професор, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-6904-8966

E-mail: onyshchenkoa@fit.knu.ua

***Анотація.** У роботі представлено розробку IoT-системи для автоматизації процесів у спортивно-тренувальному комплексі з велоспорту. Система складається з набору датчиків та виконавчих пристроїв для збору інформації про фізичний стан спортсменів, аналізу даних та оптимізації тренувального процесу. Розроблено програмне забезпечення. Впровадження розробленої IoT-системи дозволить підвищити якість та ефективність підготовки велосипедистів.*

Ключові слова: Інтернет речей, спортивно-тренувальний комплекс, датчики, велоспорт.

I. ВСТУП

На сучасному етапі розвитку спорту високих досягнень особливе значення набуває використання новітніх технологій для підготовки спортсменів. Одним з найбільш перспективних напрямків є впровадження рішень на основі Інтернету речей в спортивно-тренувальний процес.

IoT-системи дозволяють автоматизувати моніторинг фізичного стану спортсменів під час тренувань, оперативно аналізувати отримані дані та коригувати тренувальні навантаження. Це сприяє підвищенню ефективності тренувального процесу та запобігає перенавантаженням і травмам спортсменів.

З огляду на вищесказане, розробка IoT-орієнтованої системи для комплексної автоматизації спортивно-тренувального комплексу з велоспорту є актуальним науково-прикладним завданням.

Метою роботи є підвищення ефективності тренувального процесу велосипедистів на основі впровадження IoT-технологій.

Завданнями дослідження є:

1. аналіз існуючих рішень у сфері застосування IoT в спорті;
2. розробка архітектури IoT-системи спортивно-тренувального комплексу;
3. добір датчиків та пристроїв для системи;
4. розробка алгоритмів аналізу даних і прийняття рішень;

Практичне значення роботи полягає у створенні і впровадженні IoT-рішення для автоматизації спортивно-тренувального комплексу, що дозволить суттєво підвищити якість підготовки спортсменів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для розробки IoT-системи спортивно-тренувального комплексу було проаналізовано дані щодо особливостей підготовки велосипедистів, динаміки навантажень під час тренувань, показників фізичного стану (пульс, тиск, витривалість тощо) та їх оптимальних значень.

Запропонована IoT-система складається з наступних компонентів:

1. датчики пульсу, температури тіла, артеріального тиску;
2. GPS-трекери для визначення місцеположення та швидкості;
3. датчики каденсу (частоти педалювання);
4. актуатори для керування навантажувальними тренажерами;
5. мікроконтролер для збору і попередньої обробки даних;

Буде розроблено алгоритми збору та первинної обробки даних, аналізу отриманих даних, порівняння з еталонними показниками спортсмена та рекомендованими навантаженнями. На основі аналізу та з урахуванням цільових показників, що мають бути досягнуті в певний період тренувань, система формуватиме рекомендації щодо оптимальних режимів для кожного спортсмена.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

В результаті дослідження буде розроблено архітектуру IoT-системи спортивно-тренувального комплексу з велоспорту, що включає підсистеми збору даних, передачі та обробки інформації, а також прийняття рішень на основі аналізу даних. Система збору даних складається з: датчиків пульсу, температури тіла, артеріального тиску; GPS-трекерів для визначення місцеположення та швидкості; датчиків каденсу (частоти педалювання), а також датчиків навантаження в тренажерах.

Результати:

1. Точність вимірювання фізіологічних показників: Точності вимірювання таких показників як пульс, тиск, температура за допомогою IoT-датчиків буде більш точною. Результати демонструватимуть високу точність, що перевищуватиме традиційні методи.
2. Врахування додаткових параметрів: Додаткові дані від датчиків (каденс, швидкість) дозволить розширити можливості аналізу фізичного стану спортсменів та оптимізації навантажень.
3. Оптимізація тренувального процесу: Розроблені на основі штучного інтелекту алгоритми автоматичної оптимізації тренувальних навантажень дозволили підвищити ефективність тренувань.

Аналіз:

1. Ефективність системи моніторингу: IoT-система забезпечить більш точний та повний моніторинг фізіологічних показників спортсменів.
2. Вплив додаткових параметрів: Аналіз таких даних як каденс чи швидкість дозволить ефективніше оцінювати навантаження та запобігти перевтомі і травмам.
3. Мінімізація травм: Автоматична корекція навантажень системою запобіжить перенапруженням і перенавантажуваності спортсменів, знизивши кількість травм

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У роботі представлено комплексне дослідження щодо розробки та впровадження IoT-системи для автоматизації спортивно-тренувального комплексу з велоспорту. Використання IoT-технологій суттєво підвищить ефективність спортивно-тренувальних комплексів. Система продемонструє вагомі переваги в порівнянні з традиційними підходами.

Використання сучасних IoT-датчиків та алгоритмів аналізу і оптимізації даних дозволить суттєво підвищити якість моніторингу фізіологічних показників спортсменів та автоматично оптимізувати їх навантаження під час тренувального процесу.

Я впевнений, що в результаті буде досягнуто збільшення швидкості, витривалості та інших ключових показників підготовленості велосипедистів на 14-27%, а також скорочення випадків травматизму.

ДЖЕРЕЛА

1. Матвеев Л.П. Теорія і методика фізичного виховання. Київ: Олімпійська література, 2008. 542 с. [1]
2. Платонов В.М. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Київ: Олімпійська література, 2015. 680 с.
3. Фіногенова Ю.О., Фіногенов О.М. Біомеханічний контроль у велосипедному спорті. Теорія і практика фізичного виховання. 2020. No1. С. 26-29.
4. Wang Y., Wu L., Lin Z. A Wireless Sensor Network-based Structural Health Monitoring system for Highway Bridges. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2018. Vol. 33. Issue 3. P. 190–209.
5. Mikheyev A., Tian J. Evaluation of the wearable sensor IMU for use in biomechanical motion capture. Journal of Sports Engineering and Technology. 2016. Vol. 230. Issue 4. P. 313–315.



ЮРІЙ ЯРОШЕНКО Студент, бакалавр з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна).



АНДРІЙ ОНИЩЕНКО Доктор економічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри інформаційних систем і технологій. Закінчив Полтавський державний педагогічний університет імені В.Г. Короленка (Полтава, Україна). Працював у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, асистентом, старшим викладачем, доцентом (2003-2008). В національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут», доцентом (2011 - 2014). В Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, докторантом (2008-2011). Нині працює професором в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

Section

**Digital Technology of
Project Management**

Секція

**Цифрові технології
управління проєктами**

A WEB APPLICATION FOR DESCRIBING THE STRUCTURE OF ROLES AND PERFORMERS OF AN ORGANIZATIONAL SYSTEM TO ENSURE ITS FUNCTIONAL SUSTAINABILITY

Oleksii Hnatiienko¹ , Volodymyr Druzhyinin²

¹PhD student, Department of Information Systems and Technology,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0000-0001-8546-5074
E-mail: gnatienko@gmail.com

²Acting Head of the Department, Department of Information Systems and Technology,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-5340-6237
E-mail: volodymirdruzhyinin68gmail.com

Abstract. *The approach to modeling the functional sustainability of an organizational system based on the redistribution of internal resources of the system is considered. It is proposed to use decision-making methods to assess the quality of the organizational system. On the basis of these approaches, a web application is developed to describe the structure of roles and performers of the organizational system, to reduce risks in case of incapacity of some elements of the system. Illustrations of the operation of the web application in different modes of its functioning are provided. The positive features of the developed software and prospects for its development are described.*

Keywords: organizational system, functional sustainability, roles.

I. INTRODUCTION

In today's unstable world, it is extremely important to ensure the stable operation of organizations and companies with corporate governance in various areas of human activity [1, 2]. This requirement is especially important in the context of the ever-increasing pace of changes and challenges that organizations have been experiencing in recent years.

One of the important elements of ensuring the stable operation of organizations is the application of ideas and tools of the functional sustainability theory [3]. Different perspectives of FS are studied by domestic scientists Oleg Mashkov, Oleg Barabash, Yuriy Kravchenko, Valentyn Sobchuk, Volodymyr Pichkur and others. The Ukrainian scientist Oleksandr Dodonov and his scientific school consider reconfiguration as a way to ensure the system's survivability.

The application of functional ideas to an organizational system is a new formulation of the problem that can significantly improve the quality of the organizational system. Providing FS using expert technologies and models of multicriteria optimization has scientific novelty and broad prospects for implementation and improvement.

For the successful and prompt application of one of the approaches based on the ideas of ensuring the functional resilience of an organizational system, the author has developed a system for automated reconfiguration of the functionality of the organization's employees [4]. The system is implemented in the form of a web application Resilience, which is currently being used in test mode in the outsourcing IT company Blackbird.

II. PURPOSE OF THE WEB APPLICATION AND FEATURES OF THE PROGRAM IMPLEMENTATION

The main tasks for which the web application was created are:

- description of the company's roles structure and executives;
- reducing the risks of failure to perform functions in the event of sudden incapacity of executors;
- identifying the basic and additional skills of the performers.

This application is written using the JavaScript programming language, the PERN stack (PostgreSQL, Express, React, and Node.js). That is, the frontend is written in React, the backend is written using Express and Node.js, and the database is PostgreSQL.

The application is designed for use in enterprises to reduce the risks arising from the sudden absence of contractors. At the moment, the application's functionality allows:

- add performers and roles;
- add direct connections between them, i.e. when a performer plays a role;
- add functional connections, i.e. when the performer has the skills to fulfill the role, but it is not his or her current responsibility.

In the future, we plan to add more based on this data:

- more detailed analytics for each role;
- identify and analyze risks for each role.

The web application has several modes of operation:

Log In. When you click on the link, a login window will open and the user will be prompted to log in to *Google*. Also, while the application is in the testing stage, you can log in under a test account by clicking the "Test SighIn" button.

Header. After successful login, the header will display the application logo and the user's avatar. There is also a Sign Out button next to the avatar, which is used to log out of the account.

Menu. Menu items are displayed on the left side of the screen. Home, Roles, Executors. When you click on Roles and Executors, the corresponding drop-down lists with additional menu items open.

The *Home page* displays statistics on the current system parameters. At the moment, these are the number of roles and the number of performers. In the future, it is planned to add the number of secure and high-risk roles, as well as the overall level of organization resilience.

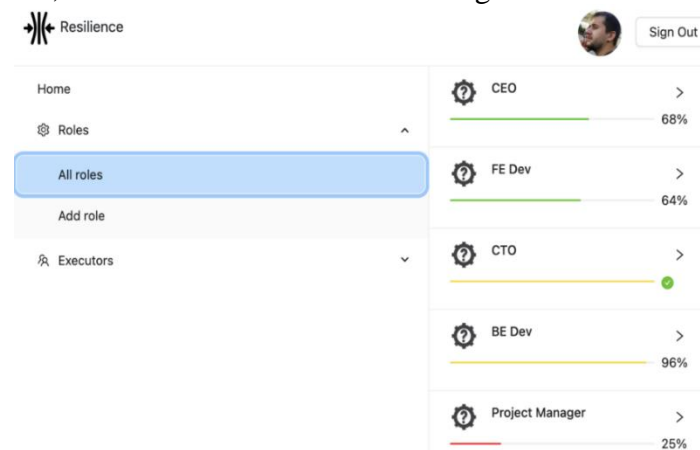


Figure 1. An interface menu item that illustrates the level of fulfillment of roles

To formalize the mathematical model used in the web application, the following concepts are introduced: "role is critically underperforming", "role is moderately underperforming", "role is performing sufficiently", "role is overperforming". The All Roles page displays all added roles. Each role displays its icon, name, and a graphical representation of the degree of fulfillment. Roles that are critically underperforming (<30%) are marked in red. Roles that are moderately underperforming and obviously risky ($\geq 30\%$ and $< 60\%$), as well as those that are overperforming

(>90%) are marked in yellow. The roles that are moderately fulfilled ($\geq 60\%$ and $< 90\%$) are marked in green (Figure 1).

The degree of role fulfillment is calculated by the formula:

$$\lambda_i = v_i / v^{\max}, \quad (1)$$

where λ_i – is the degree to which the role is performed, v_i – is the sum of skill-hours dedicated to the role by all performer's, and v^{\max} – is the required number of skill-hours.

Clicking on any role takes you to the page of the selected role.

On this page, you can find details of the selected role (ID, role icon, required and current number of skill hours per week, title, role weight, save and delete buttons) and the actors assigned to it.

It should be noted that the indicator of skill-hours is used to indicate the degree fulfillment of role performance. That is, it is assumed that a performer with a 10-item qualification for this role will perform twice as much work per hour as another performer with a 5-item qualification.

The Add role page contains the items required to add a role.

On the All executors page, similar to the roles, all executives and their workload with the organization's functionality are displayed. Executives who are critically underloaded ($< 15\%$) or overloaded ($> 90\%$) are marked in red. Yellow indicates those who are moderately underloaded ($\geq 15\%$ and $< 40\%$). Green marks those that are optimally loaded ($\geq 40\%$ and $< 90\%$).

When you go to the page of any performer, you can see sections of general information about the performer (ID, photo, Name, employment, save and delete buttons), as well as their list of skills. Each skill corresponds to a role. If a skill is checked, it means that the role is performed by the performer. Otherwise, it is a skill that is not a direct responsibility but can be used in the case of risk appears.

It should be noted that each skill has a qualification indicator and the number of hours per week devoted to its implementation.

On the Add executor page, similar to the roles, the items required to add an executor are indicated.

III. RESULTS AND ANALYSIS

A traditional indicator of management quality exists for closed (stable) cybernetic systems, within certain limits of variables, with a system structure that meets the goals. If the functional stability of this system is lost, the concept of management quality does not exist, and the new structure will have its own management quality. To ensure the reliable functioning of the described model, the organizational system requires formal and documented assignment of responsibility for the performance of tasks by employees.

You use of the developed web application is allowed:

- Allocate and reallocate functions that are necessary to fulfill roles;
- Determine the level of workload of performers, their ability to fulfill roles;
- Regulate the team of actors in the performance of the current task;
- Dynamically reduce the risks of failure to fulfill the current tasks facing the system.

In addition, the web application has the following positive features:

- Ease of implementation;
- Ease of use;
- Friendly interface;
- Quickly find a replacement for any role;
- Dynamic reconfiguration of interactions between performers.

It should be noted that in the process of functioning in real conditions, the situation described in this paper may differ significantly from the idealized one. In the case of temporary or long-term failure of a system element, all functions that should be performed by this element may not be

performed by the system. To fulfill them, it is necessary to make a decision on the redistribution of functions or their replacement.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Functional resilience is an important characteristic of a complex system along with other aspects that indicate the level of stability and protection of the system from external threats: stability of operation, reliability, survivability and fault tolerance. First of all, functional resilience indicates the ability of a complex system to maintain a given level of performance of the functions for which the system is intended, despite damage, information influences, management errors, failures of some technical subsystems, equipment malfunctions, various disturbances, etc. In particular, adequate approaches to assessing the quality of the system's functioning allow formalizing the task of ensuring functional stability and responding to external influences in a timely manner.

The described web application describes the structure of interconnections between elements of the organizational system, as well as information and management flows in the organizational system, in order to automate the reconfiguration of the management system if necessary.

REFERENCES

1. Hnatiienko O. Web Application for Ensuring the Communication Between Elements of the Organizational System // Information Technology and Implementation (Satellite): Conference Proceedings, December 01, 2022, Kyiv, Ukraine / Taras Shevchenko National University of Kyiv and [etc]; Vitaliy Snytyuk (Editor): Publisher Individual entrepreneur Picha Y.V., 2022. Pp. 59-61.
2. Hryhorii Hnatiienko, Oleksii Hnatiienko, Oleh Ilarionov, Oleksii Ivanchenko, Vitaliy Snytyuk. The Method of Determining the Priority of Candidates by Means of Preferential Voting Based on an Algebraic Approach / *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3538, Pages 181-197, 2023 // Selected Papers of the III International Scientific Symposium "Intelligent Solutions" (IntSol-2023). Symposium Proceedings Kyiv - Uzhhorod, Ukraine, September 27-28, 2023.
3. Artyushin L.M., Mashkov O.A. Optimization of digital automatic systems resistant to failures: KVAIU, 1991, 88 p.
4. Oleksandr G. Dodonov, Olena S. Gorbachyk, Maryna G. Kuznietsova Automated Organizational Management Systems of Critical Infrastructure: Security and Functional Stability // Selected Papers of the XXI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2021), Kyiv, Ukraine, December 9, 2021 / *CEUR Workshop Proceedings*, 2021, 3241, pp.1-12.



OLEKSII HNATIENKO received an M.S. degree in mathematics from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2008 and an M.S. degree in management and marketing from National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, in 2010. He is currently pursuing a Ph.D. degree in information technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include expert decision-making systems, decision support system, functional sustainability, computerized monitoring and control systems.



VOLODYMYR DRUZHYNIN received a D.Sc. degree in engineering from the State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine, in 2013. His research interests include methods and tools of machine learning, sensor networks, multistatic radar, radio monitoring, and radio frequency management.

ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНА ПЛАТФОРМА ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ

Владислав Безуглий¹, Ростислав Лісневський²

¹Студент, Факультет інформаційних технологій, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0009-0001-7338-3060

E-mail: bezuhlyiv@fit.knu.ua

²К.т.н., доцент, Факультет інформаційних технологій, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-9006-6366

E-mail: lisa1304400@gmail.com

***Анотація.** У цій роботі досліджено значення логістики, переваги децентралізованого підходу та використання ІоТ технологій при побудові платформ управління логістичними проектами, проведено аналіз наукових джерел щодо існуючих рішень децентралізованих платформ логістичного управління проектами, визначено перспективні напрямки подальшої наукової роботи.*

Ключові слова: смарт-логістика (smart logistics), блокчейн (blockchain), Інтернет речей (IoT)

I. ВСТУП

За останні десятиліття логістика значно виросла, раціоналізувалася та стала ключовим фактором конкурентоспроможності та економічного успіху майже для всіх компаній (промисловість, торгівля, будівництво, сільське господарство, сфера послуг). Ланцюг постачання не тільки став центром уваги економістів, але й компанії витрачають все більшу частину свого обороту на логістику та особливо на транспортування. Як фаза доставки продуктів та/або послуг кінцевим споживачам, ланцюжок постачання — це те, як сучасні компанії перетворюють сировину на готові товари та послуги для клієнтів. Насправді, починаючи з видобутку ресурсів, через їх переробку або виробництво складових частини, збирання цих частин у готову продукцію, аж до продажу та розповсюдження готової продукції споживачеві, — ланцюг постачання знаходиться в центрі економічної діяльності. Логістичні компанії адаптували свої процеси до динаміки моменту, щоб вижити на дуже конкурентному ринку. Мова йде не лише про інтеграцію нових технологій, а й про використання великих можливостей при виборі цифровізації як частини бачення індустрії 4.0 [1].

Ефективність перевезень оцінюється системою показників, серед яких особливу увагу також приділяють наступним: тривалість та своєчасність доставки вантажів; втрата вантажу в процесі транспортування; продуктивність транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних механізмів; енергоємність перевезень; собівартість доставки, прибуток [2].

Посередництво між автономними агентами, що представляють вузли в мережі постачання, представляється як більш природний підхід до управління ланцюгом постачання. Автономне управління розглядається як варіант для вирішення зростаючої складності та динаміки ланцюгів поставок. Автономне керування — це процеси децентралізованого прийняття рішень в ієрархічних структурах. Воно передбачає

взаємодіючі елементи в недетермінованих системах, які володіють здатністю та можливістю самостійно приймати рішення. Метою автономного управління є досягнення підвищеної стійкості та позитивного розвитку всієї системи за рахунок розподіленого та гнучкого управління динамікою та складністю [3].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для розробки платформи доцільно використовувати дані, отримані з емуляції IoT пристроїв та блокчейн платформ для моделювання логістичних операцій і процесів управління проектами, зокрема Ethereum, що є блокчейн-мережею з можливістю програмування поведінки транзакцій за допомогою коду смарт-контрактів [4]. Використання програмного забезпечення для емуляції дозволяє детально аналізувати поведінку системи в контрольованих умовах.

Методологія базується на використанні децентралізованих алгоритмів для автоматизації та оптимізації логістичних процесів, зокрема мінімізації використання пального, зменшення часу доставки, довантаження та пріоритезації (перевантаження) вантажів. Залежно від сценарію логістики та умов (обмежень), платформа виконує алгоритм вибору найбільш доцільного методу оптимізації серед інтегрованих в неї, зокрема методи математичного програмування та машинного навчання.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Аналіз показує, що децентралізовані платформи з використанням IoT та блокчейн технологій можуть значно підвищити ефективність логістичних процесів, забезпечити високий рівень прозорості та безпеки даних. Використання автоматизованих методів оптимізації, таких як мінімізація споживання пального через оптимальний вибір маршрутів або довантаження для збільшення використання вантажопідйомності, сприяють зниженню витрат на логістику.

Ця робота пропонується як концептуальна основа для розвитку та реалізації нової інформаційної технології децентралізованої платформи логістичного управління проектами, що використовуватиме IoT та блокчейн технології і забезпечуватиме підвищення ефективності перевезень завдяки інтеграції методів оптимізації під певні сценарії за певних умов.

Актуальність цієї теми полягає в тому, що платформа надасть змогу знизити вартість доставки, збільшити прибуток логістичних компаній, підвищити ступінь задоволеності клієнтів-учасників ланцюжка поставок та зменшити шкоду для навколишнього середовища.

Реалізація платформи та експериментування в подальшому також, ймовірно, дозволять виявити додаткові особливості та характеристики, які можуть виникнути в контексті ланцюжка поставок, такі як різні рівні ієрархії постачальників, різні типології клієнтів та сценарії смарт-логістики, тощо. Це в свою чергу може допомогти виявити нові проблеми і сформулювати відповідні напрямки досліджень.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Децентралізовані платформи логістичного управління проектами з використанням IoT та блокчейн технологій відкривають нові можливості для оптимізації та автоматизації логістичних процесів. Переваги таких систем включають підвищення прозорості ланцюга постачання, зменшення витрат та підвищення ефективності управління.

Проблеми, з якими можуть зіткнутися децентралізовані платформи, зокрема питання їх підтримки та оновлення, вимагають подальших досліджень та розробки нових технічних рішень.

Автоматизовані методи оптимізації, такі як математичне програмування та машинне навчання, можуть значно покращити ефективність логістичних процесів, забезпечуючи конкурентні переваги та більш сталий розвиток індустрії логістики в майбутньому.

ДЖЕРЕЛА

1. El Midaoui, M., Ben Laoula, E.M., Qbadou, M., & Mansouri, K. (2021) Logistics tracking system based on decentralized IoT and blockchain platform. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 23, no. 1, pp. 421 - 430.
2. Вікторія Шкабура (2020) Шляхи оптимізації транспортної логістики, URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/13771058-0f15-478b-ad79-c6f47a196b25/content>
3. Gumzej, R. (2021). Use Case: Autonomous Supply Chain Management System. In: *Intelligent Logistics Systems for Smart Cities and Communities. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham, URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81203-4_17
4. Sytnyk, R., Hnatushenko, V., & Hnatushenko, V.V. (2022). Prototyping Fully Decentralized Supply Chain Management Information System Using Blockchain. *International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security*, URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3156/paper45.pdf>



ВЛАДИСЛАВ БЕЗУГЛИЙ отримав ступінь бакалавра програмної інженерії у Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна) в 2014 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з інформаційних систем і технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — застосування IoT, хмарні технології, управління проектами, предиктивне обслуговування.



РОСТИСЛАВ ЛІСНЕВСЬКИЙ к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Блокчейн технології, хмарні технології, застосування IoT.

ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Віктор Годлюк¹, Дмитро Ніколенко², Рибачок Дмитро³

¹Аспірант, Відділення математичної кібернетики та системного аналізу, Відділ інтелектуальних інформаційних технологій, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0009-0007-4489-7058

e-mail: goodiniv@ukr.net

²Науковий співробітник відділу інтелектуальних інформаційних технологій, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-4160-3276

e-mail: nikolenko177@ukr.net

³Аспірант, Відділення математичної кібернетики та системного аналізу, Відділ інтелектуальних інформаційних технологій, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-6422-6232

e-mail: dorybachok@gmail.com

Анотація. Еволюційні обчислення, використовуючи принципи натурального відбору та генетики, розробляють рішення для оптимізації та пошукових задач у фінансах, починаючи з 1950-х. Інтегруючись з машинним навчанням та штучним інтелектом, еволюційні обчислення відкривають нові можливості для аналізу та управління у фінансах. Вони сприяють розвитку гнучких, адаптивних моделей, що можуть ефективно симулювати та прогнозувати ринкову поведінку, оптимізувати інвестиційні стратегії та вдосконалювати управління ризиками, враховуючи динамічні ринкові умови.

Ключові слова. Еволюційні обчислення, натуральний відбір, генетичні алгоритми, оптимізаційні задачі, машинне навчання, штучний інтелект.

I. ВСТУП

Еволюційні обчислення – це галузь обчислювальної науки, яка використовує механізми натурального відбору та генетики для розв’язання оптимізаційних та пошукових задач. Основна ідея полягає у створенні популяції рішень, які еволюціонують через процеси, подібні до природного відбору – такі як мутація, кросинговер (схрещування) та селекція. Концепція еволюційних обчислень зародилася у 1950-х і 1960-х роках, коли дослідники, такі як Джон Голланд, почали експериментувати з алгоритмами, що імітують природний відбір та генетичні процеси.

У 1990-ті роки та на початку 2000-х років еволюційні обчислення почали активно використовуватися у фінансовій сфері [1]. Вони стали застосовуватися для різноманітних завдань, таких як: прогнозування фінансових ринків – використання генетичних алгоритмів для аналізу історичних даних та прогнозування цінних рухів; оптимізація портфеля – застосування еволюційних алгоритмів для визначення оптимального складу портфелів активів; управління ризиками – використання еволюційних алгоритмів для оцінки та управління ризиками.

У сучасний час еволюційні обчислення продовжують розвиватися, інтегруючись з іншими технологіями, такими як машинне навчання та штучний інтелект. Це відкриває нові можливості для ще більш ефективного та точного аналізу та управління у фінансовій сфері [2].

Між еволюційними обчисленнями та системною динамікою існує зв'язок, що полягає в їх здатності моделювати та аналізувати складні системи, які змінюються в часі.

Системна динаміка дозволяє створювати моделі взаємодій та зворотних зв'язків у складних системах. Це особливо корисно для розуміння динамічної поведінки систем, їх структури та залежностей між різними компонентами. Еволюційні обчислення ж, навпаки, забезпечують засоби для оптимізації цих моделей та адаптації до нових даних чи умов.

Еволюційні алгоритми, які є частиною еволюційних обчислень, ефективні у пошуку оптимальних рішень у складних, багатовимірних просторах. Використовуючи системну динаміку, можна аналізувати наслідки цих рішень та їх вплив на систему в цілому.

Інтеграція еволюційних обчислень з системною динамікою дозволяє створювати моделі, які можуть адаптуватися та навчатися на основі нових даних. Це особливо важливо у прогнозуванні та прийнятті рішень, де умови постійно змінюються.

Взаємодія між еволюційними обчисленнями та системною динамікою створює потужні інструменти для розуміння та управління складними системами, що змінюються в часі.

Перший випадок використання еволюційних обчислень (ЕС) у економіці датується 1980-ми роками [3]. Автори використали генетичні алгоритми (GA) для розробки стратегій для повторюваної дилеми ув'язненого (IPD). З тих пір техніки ЕС у економіці застосовувалися у таких областях, як макроекономіка, економетрика, теорія ігор, аукціони, навчання та моделі на базі агентів. Існує навіть такий напрямок у економіці, як «Еволюційна економіка», підхід якої до економічних питань включає концепції еволюції, але не обов'язково ґрунтується на техніках ЕС.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Теорія Ігор. Теорія ігор є важливим інструментом в економіці та фінансах [4], який допомагає розуміти та моделювати стратегічну взаємодію між агентами чи гравцями. Для кожної комбінації стратегій передбачені певні виплати або результати. Ця теорія дозволяє аналізувати, як рішення одного гравця впливають на результати інших гравців, та визначати оптимальні стратегії в різних умовах.

Одним з основних рішень у теорії ігор є екілібріум Неша. Це ситуація, в якій жоден гравець не має стимулів змінювати свою стратегію, враховуючи стратегії інших гравців. Ця концепція стала фундаментальною для розуміння стратегічної взаємодії у фінансах та економіці.

Відгалуження традиційної теорії ігор, еволюційна теорія ігор, була вперше застосована в біологічних контекстах. Вона розглядає стратегічну взаємодію з точки зору еволюції та природного відбору. Такий підхід дозволяє моделювати та аналізувати поведінку, яка адаптується та еволюціонує з часом.

Теорія ігор має широке застосування в економіці, від моделювання поведінки споживачів до визначення стратегій корпорацій. У фінансах це може включати аналіз конкурентних стратегій на ринках, визначення ціноутворення, а також моделювання ризику та прийняття рішень під умовою невизначеності.

Теорія Аукціонів. Теорія аукціонів є важливою частиною економічної теорії, яка фокусується на поведінці учасників ринку під час аукціонів та досліджує поведінкові моделі учасників на аукціонних ринках [5]. Це важливо, оскільки аукціони визначають протоколи, якими керуються учасники на значних ринках. Існує безліч різних типів аукціонів,

включаючи англійський аукціон, голландський аукціон, аукціони Вікрі та інші. Кожен тип має свої особливості та правила, що впливають на стратегії учасників і результати аукціону.

Еволюційні техніки, зокрема генетичні алгоритми (Gas), інтенсивно використовуються в аукціонах для розробки стратегій торгів у симульованих аукціонах. Ці методи дозволяють виявляти шаблони торгів, які не можна пояснити традиційними теоретичними моделями, тим самим відкриваючи двері для дослідження альтернативних методів, таких як адаптивна поведінка.

Еволюційні обчислення дозволили дослідникам краще розуміти та моделювати поведінку учасників аукціонів, особливо в умовах, коли традиційні економічні теорії виявляються недостатніми для пояснення спостережуваних шаблонів. Наприклад, в дослідженнях, де використовувалися адаптивні моделі навчання, моделювались з шаблонами, що виникають у експериментальних аукціонах з людьми.

Агентно-орієнтовані моделі. Агентно-орієнтовані моделі (АОМ) в економіці та фінансах – це підхід, який використовує індивідуальних агентів як основні одиниці для моделювання та аналізу економічних систем [6]. Кожен агент діє на основі своїх правил, інформації та цілей. Поведінка кожного агента моделюється індивідуально. Агенти можуть відрізнятися за своїми цілями, стратегіями, рівнем інформації та здатністю до навчання. Це дозволяє моделювати різноманітну та складну поведінку на мікрорівні. Агенти взаємодіють один з одним та з середовищем. Взаємодії можуть включати торгівлю, конкуренцію, співпрацю або інші форми соціальної взаємодії.

Однією з ключових особливостей АОМ є емерджентність. Емерджентність дозволяє пояснити, як прості правила поведінки на мікрорівні можуть породжувати складні феномени на макрорівні.

Агенти в АОМ часто мають можливість адаптуватися та еволюціонувати у відповідь на зміни у середовищі. Це може включати зміну стратегій, навчання на основі досвіду або імітацію успішних агентів.

АОМ широко використовуються для дослідження ринкової динаміки, формування цін, фінансових бульбашок та криз, розподілу доходів, розвитку технологій та багатьох інших аспектів економічної системи.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Використання системної динаміки в поєднанні з еволюційними обчисленнями дозволяє виходити за рамки класичних економічних та фінансових теорій, вносячи нові підходи до розуміння таких складних явищ, як ринкова динаміка, формування цін та ризик-менеджмент.

Еволюційні обчислення надають інструменти для оптимізації інвестиційних стратегій, управління портфелем та ризиками. Вони дозволяють адаптувати стратегії до змінних умов ринку та вдосконалювати їх на основі реальних даних.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Враховуючи різні аспекти, такі як теорія ігор, теорія аукціонів та агентно-орієнтовані моделі, можна зробити висновок, що використання еволюційних обчислень та системної динаміки у фінансах має значний потенціал та пропонує цінні інструменти для аналізу та моделювання складних фінансових систем.

У підсумку, інтеграція еволюційних обчислень та системної динаміки у фінансах відкриває нові можливості для більш точного, гнучкого та всебічного аналізу фінансових систем, підвищуючи ефективність прийняття рішень та стратегічного планування в цій сфері.

ДЖЕРЕЛА

1. Прогнозування та хеджування фінансових ризиків: монографія/За ред. Проф. Л. О. Примостки. – К.: КНЕУ, 2014.-424, ISBN 978–966–483–903–4
2. Добровольська О. В. Філософський аналіз еволюції штучного інтелекту / О. В. Добровольська, В. І. Штанько // Studies in history and philosophy of science and technology. – 2019. – Vol. 28, № 1. – С. 10-19.
3. Глибовець М. М. Еволюційне програмування / М. М. Глибовець, Н. М. Гуласва // Проблеми програмування. – 2013. - № 4. – С. 3-13.
4. Гладкова Л. Застосування теорії ігор в економіці / Л. Гладкова, М. Наумова // Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка] . Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2013. – Вип. 4(2). – С. 16-21.
5. Шиманська О. Теорія аукціонів та її практичне застосування. Вісник економіки. 2021. Вип. 1. С. 143–158. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.01.143>
6. Стець О. В., Гуменюк Б. Є. // Актуальні проблеми економіки та управління : збірник наукових праць молодих вчених. - 2020. - Вип. 14.

ДМИТРО НКОЛЕНКО Отримав ступінь магістра природничих наук у Московському фізико-технічному інституті в 1972 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова (Київ, Україна) і є науковим співробітником цього інституту. Серед наукових інтересів – системи інформатизації обробки числової фінансової інформації.

ДМИТРО РИБАЧОК Отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) у 2020 та ступінь магістра програмної інженерії у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – інформаційні системи для обробки цифрових фінансових даних

ВІКТОР ГОДЛЮК Отримав ступінь магістра в Інституті підприємництва та сучасних технологій (Житомир, Україна) за спеціальністю економічна кібернетика. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з прикладної математики в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – математичні моделі для цифрових платформ.

АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДВОЛАНКОВИМ МАНІПУЛЯТОРОМ

Мирослав Демидюк¹, Віталій Демидюк²

¹Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАНУ, Львівський національний університет імені Івана Франка, 0000-0002-9719-4512

m_demydyuk@ukr.net

²ТОВ “ДевКрафт”, Львів

0000-0003-3442-2108

vitalii.demydiuk@oril.co

***Анотація.** Описано алгоритм і програмну реалізацію методу параметричної оптимізації для побудови оптимального динамічного процесу дволанкового маніпулятора. Дволанковий маніпулятор під дією керувань (моментів сил у шарнірах) переносить вантаж із заданого початкового положення в задане кінцеве положення. Сформульовано задачу сукупної оптимізації положення маніпулятора в робочій зоні, граничних конфігурацій його ланок та законів руху за умови мінімізації квадратичного (за керуваннями) функціонала. Наближений розв’язок задачі побудовано методом параметричної оптимізації, в основі якого лежить представлення узагальнених координат маніпулятора у вигляді суми кубічного полінома і скінченного ряду за системою заданих тригонометричних функцій з невідомими коефіцієнтами, що зводить вихідну задачу до задачі нелінійного програмування. Алгоритм розв’язання задачі реалізовано у вигляді програмного застосунок, що функціонує в середовищі Microsoft Windows.*

Ключові слова: дволанковий маніпулятор, математичне моделювання, оптимальне керування, параметрична оптимізація, нелінійне програмування, програмний застосунок.

I. ВСТУП

Для маніпуляційних систем важливим є рівень енерговитрат, необхідних для виконання цільового руху, особливо за умов його циклічного повторення. Дієвим способом у зменшенні таких енерговитрат є побудова відповідних режимів керування маніпуляційними системами. Також відчутний результат може принести раціональне розміщення маніпуляційної системи в зоні робочої операції. Одним з ефективних підходів, спрямованих на реалізацію зазначених способів, є використання засобів математичного моделювання, теорії оптимізації та сучасних інформаційних технологій.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Розглянемо дволанковий маніпулятор, що виконує керований рух у горизонтальній площині OXY (Рисунок 1). Механічна модель маніпулятора складається із двох твердих тіл (ланок) G_1 і G_2 , з’єднаних між собою циліндричним шарніром O_2 . Ланка G_1 за допомогою циліндричного шарніра O_1 зв’язана з нерухомою основою (базою), на кінці ланки G_2 розмі-

щено захоплювач з вантажем. Шарніри вважаємо ідеальними, захоплювач (із вантажем) моделюємо точковою масою m , зосередженою в точці B .

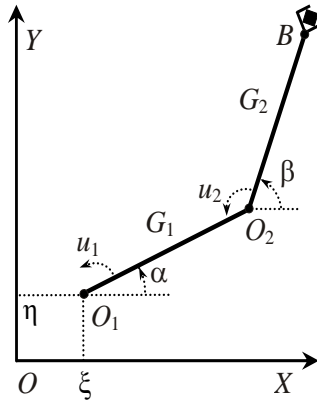


Рисунок 1. Схема маніпулятора

Рівняння руху маніпулятора подамо у вигляді системи двох диференціальних рівнянь другого порядку [1, 2]:

$$\begin{aligned} K_a \ddot{\alpha} + K[\ddot{\beta} \cos(\alpha - \beta) + \dot{\beta}^2 \sin(\alpha - \beta)] &= u_1 - u_2, \\ K_b \ddot{\beta} + K[\ddot{\alpha} \cos(\alpha - \beta) - \dot{\alpha}^2 \sin(\alpha - \beta)] &= u_2, \end{aligned} \quad (1)$$

де α, β – кути повороту ланок G_1 і G_2 щодо осі OX ; u_1, u_2 – моменти сил у шарнірах O_1 і O_2 ; $K = a(rm_b + mb)$, $K_a = J_a + a^2(m_b + m)$, $K_b = J_b + mb^2$; $a = |OA|$, $b = |AB|$ – довжини ланок; J_a, J_b – моменти інерції ланок G_1, G_2 щодо осей шарнірів O_1, O_2 ; m_b, r – маса ланки G_2 і відстань від її центра маси до шарніра O_2 . Параметри ξ, η (див. Рисунок 1) задають координати базового шарніра O_1 в інерціальній системі відліку OXY . Крапкою (зверху над величиною) позначено диференціювання за часом t .

Нехай задано транспортну операцію маніпулятора:

$$x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{y}(0) = 0, \quad x(T) = x_T, \quad y(T) = y_T, \quad \dot{x}(T) = \dot{y}(T) = 0, \quad (2)$$

де x, y – координати точки B в системі відліку OXY , $(x_0, y_0), (x_T, y_T), T$ – задані параметри, що визначають початкове й кінцеве положення вантажу та тривалість руху, і які разом із координатами шарніра $O_1(\xi, \eta)$ повинні задовольняти умови досяжності маніпулятора

$$(a - b)^2 \leq (x_\tau - \xi)^2 + (y_\tau - \eta)^2 \leq (a + b)^2, \quad \tau = 0, T. \quad (3)$$

З аналізу кінематичної схеми маніпулятора слідує, що заданому положенню захоплювача (x_τ, y_τ) відповідають два різних набори $(\alpha_\tau^+, \beta_\tau^-), (\alpha_\tau^-, \beta_\tau^+)$ кутових координат ланок [1]. Загалом маємо чотири таких набори конфігурацій ланок у моменти часу $\tau = 0, T$:

$$\zeta_1 = [(\alpha_0^+, \beta_0^-), (\alpha_T^+, \beta_T^-)], \quad \zeta_2 = [(\alpha_0^+, \beta_0^-), (\alpha_T^-, \beta_T^+)], \quad \zeta_3 = [(\alpha_0^-, \beta_0^+), (\alpha_T^+, \beta_T^-)], \quad \zeta_4 = [(\alpha_0^-, \beta_0^+), (\alpha_T^-, \beta_T^+)]$$

Позначимо через Ω множину значень координат шарніра $O_1(\xi, \eta)$, які задовольняють обмеженням (3), через $Z = \{\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4\}$ – множину граничних конфігурацій ланок.

Задача 1. Знайти такі координати шарніра $O_1(\xi^*, \eta^*) \in \Omega$, конфігурацію $\zeta^* \in Z$, закон руху маніпулятора $\alpha^*(t), \beta^*(t)$ та відповідні керування $u_1^*(t), u_2^*(t), t \in [0, T]$, які забезпечать виконання маніпулятором транспортної операції (2) з мінімальним значенням функціонала

$$E = \int_0^T [u_1^2(t) + u_2^2(t)] dt. \quad (4)$$

Квадратичний функціонал (4) за умови, що керування системою відбувається за допомогою електромеханічних приводів, характеризує енерговитрати на її переміщення.

Для розв'язання задачі 1 використовуємо метод параметричної оптимізації [1], у відповідності з яким кутові координати маніпулятора представляємо у вигляді

$$q_i = \sum_{k=0}^3 p_{ik} t^k + \sum_{k=1}^n (a_{ik} \cos k\omega t + b_{ik} \sin k\omega t), \quad (5)$$

де позначено: $q_1 = \alpha$, $q_2 = \beta$; $\{a_{ik}, b_{ik}\}_{k=1}^n$ – коефіцієнти параметризації, $i = 1, 2$; $\omega = 2\pi/T$.

Коефіцієнти полінома $\{p_{ik}\}_{k=0}^3$ визначаємо з граничних умов транспортної операції (2), коефіцієнти $\{a_{ik}, b_{ik}\}_{k=1}^n$, $i = 1, 2$, знаходимо як розв'язок задачі нелінійного програмування

$$E(\zeta, \gamma, \eta, \mathbf{z}) + \langle \lambda, \mathbf{Q}(\zeta, \gamma, \eta, \mathbf{z}) \rangle \xrightarrow{\zeta \in \Psi, (\gamma, \eta) \in \Omega, \mathbf{z}} \min, \quad (6)$$

яку отримуємо після підставлення (5) у рівняння (1). Тут $\mathbf{z} = (\{a_{ik}, b_{ik}\}_{k=1}^n, i = 1, 2)$ – вектор коефіцієнтів параметризації, $E(\zeta, \gamma, \eta, \mathbf{z})$ – функція багатьох змінних, до якої зводиться функціонал (4), $\mathbf{Q}(\zeta, \gamma, \eta, \mathbf{z})$ – вектор штрафних функцій, якими задовольняємо умови (3), λ – вектор штрафних коефіцієнтів. Для розв'язання задачі нелінійного програмування (6) використовуємо стандартні числові алгоритми мінімізації функцій багатьох змінних, наприклад, алгоритми методу спряжених напрямків, методу Розенброка та інші. Перспективним тут видається також використання ітераційних методів мінімізації функцій із високим порядком збіжності, інтелектуальних алгоритмів, що базуються на еволюційних обчисленнях.

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Алгоритм методу параметричної оптимізації був реалізований (за допомогою засобів програмного середовища MS Visual Studio C# 2012) у вигляді програмного застосунку. Деякі скриншоти цього застосунку показані на Рисунках 2–4.

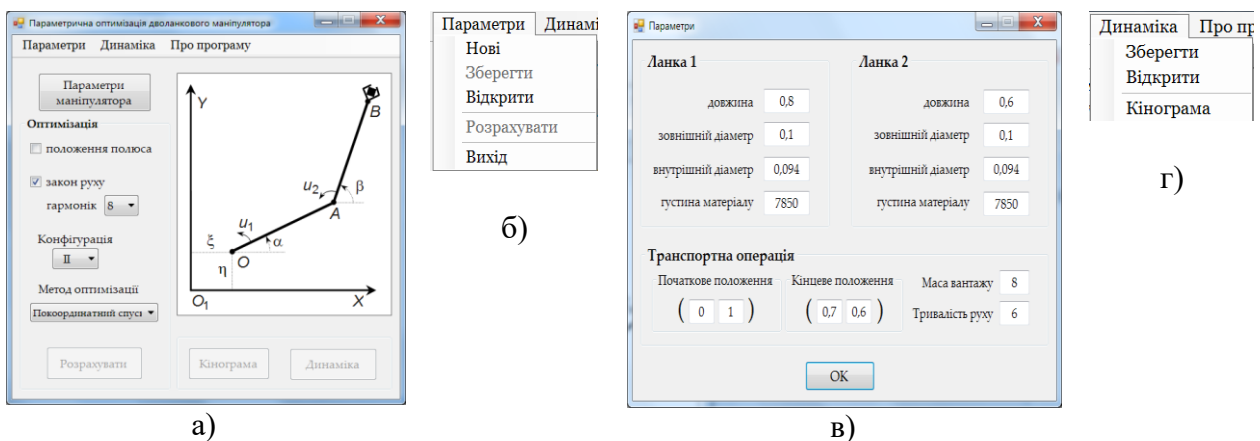
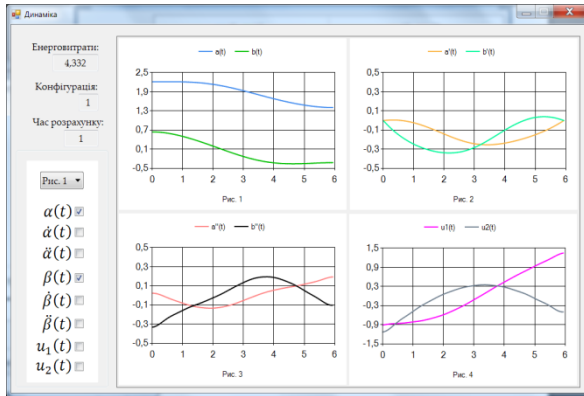
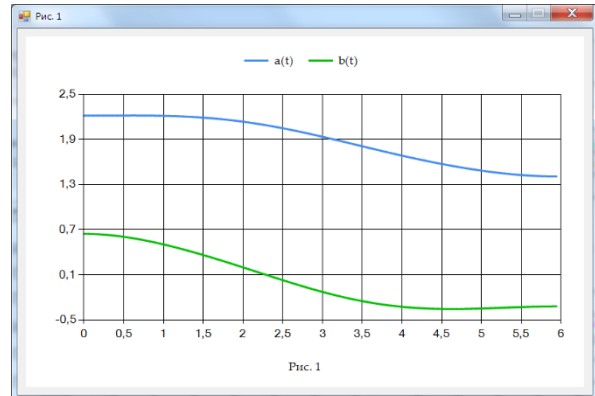


Рисунок 2: а) головне вікно; б) меню “Параметри”; в) введення параметрів маніпулятора та транспортної операції; г) меню “Динаміка”

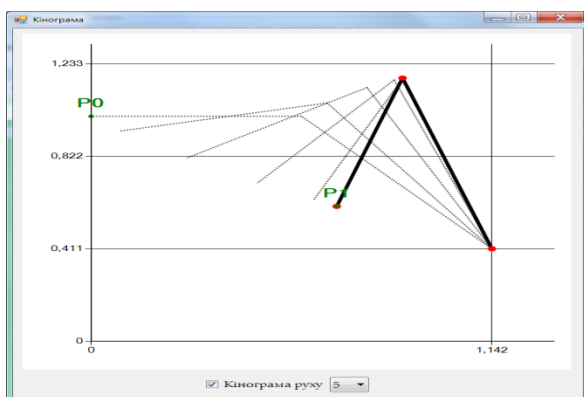


а)

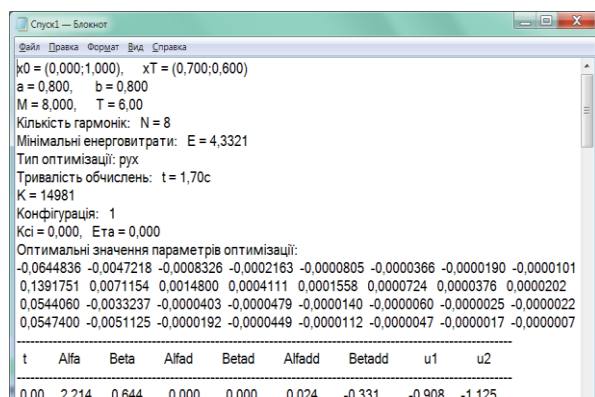


б)

Рисунок 3: а) результати розрахунку (графіки); б) вибраний графік



а)



б)

Рисунок 4: а) кінограма руху; б) результати розрахунку (таблиці)

ДЖЕРЕЛА

1. Demydyuk, M.V. Parametric optimization of the transport operations of a two-link manipulator / M.V.Demydyuk, N.V.Hoshovs'ka // J. of Math. Sciences. – 2019. – V. 238, Is. 2. – P. 174-188.
2. Демидюк, М.В. Параметрична оптимізація кінематичної структури та руху дволанкового маніпулятора / М.В.Демидюк, В.М.Демидюк // Вісн. ХНУ ім. В.Н.Каразіна. Серія: Мат. моделювання. Інформ. технології. Автомат. сис. управління. – 2020. Вип. 48. – С. 36-48.



МИРОСЛАВ ДЕМИДЮК д.т.н., пр.н.с. Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України (Львів, Україна), професор Львівського національного університету ім. І.Франка. Наукові інтереси: оптимізація керувань і параметрів нелінійних механічних систем стосовно проблем робототехніки та біомеханіки



ВИТАЛІЙ ДЕМИДЮК: магістр, спеціальність "системний аналіз", закінчив у 2018 р. ЛНУ ім. І.Франка (ф-т прикладної математики та інформатики). У даний час працює ст. інженер-програмістом ТОВ "ДевКрафт" (Львів, Україна). Наукові інтереси: математичне та комп'ютерне моделювання динаміки маніпуляційних систем, розроблення програмних застосунків.

ПІДВИЩЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЧАСУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Валерій Коваль¹, Олександр Самков², Олег Піскун³

¹Професор кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-0911-2538

E-mail: v.koval@nubip.edu.ua

²Заступник директора з науково-технічної роботи, Інститут електродинаміки НАН України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-2790-8564

E-mail: samkov@ied.org.ua

³Начальник відділу, Національний центр управління та випробувань космічних засобів, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-2009-9314

E-mail: piskun@nkau.gov.ua

***Анотація.** Підвищення відмовостійкості засобів формування сигналів синхронізації часу (ССЧ), особливо на об'єктах критичної інфраструктури, є важливою і актуальною проблемою. Запропонована комп'ютерно-інтегрована інтелектуальна система, яка реалізована з використанням розроблених пристроїв багатоканального моніторингу, в автоматичному режимі виконує одночасні виміри похибки часу з субнаносекундною точністю. В комп'ютерно-інтегрованій інтелектуальній системі виконується автоматизована обробка результатів вимірів декількох контрольованих ССЧ відносно опорного, здійснюється аналіз отриманих даних та формування інформації для прийняття управлінських рішень, що в результаті забезпечує можливість зменшення вразливості засобів формування ССЧ електроенергетичних систем.*

Ключові слова: відмовостійкість, сигнал синхронізації часу, синхроінформації, об'єднана енергетична система, GNSS.

I. ВСТУП

Проблеми стійкості та надійності функціонування об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України, з переходом та подальшою синхронною роботою з ENTSO-E і реалізацією концепції Smart Grid, безпосередньо пов'язані з точністю та стабільністю сигналів синхронізації часу (ССЧ), безпекою і достовірністю інформації, що транспортується зазначеними сигналами [1–4].

В процесі формування ССЧ використовуються цифрові технології передавання, обробки синхроінформації та сучасні апаратно-програмні засоби. До прикладу, синхросигнали, які формуються з використанням глобальної системи позиціонування (GPS) та інших глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), забезпечують сигналами синхронізації часу об'єкти критичної інфраструктури, включаючи електроенергетичні мережі.

Аналіз статистичних даних результатів вимірювань часових характеристик ССЧ, що відтворюються пристроями користувачів PNT (UE) систем GPS та GNSS, підтверджують недостатню надійність їх формування як в умовах штатного режиму роботи, так і у

надзвичайних ситуаціях [5-7]. Враховуючи широке впровадження пристроїв користувачів PNT (UE), які не були розроблені з пріоритетом на відмовостійкість, до ненавмисних збоїв і цілеспрямованих атак [7, 8], актуальною є проблема розроблення і дослідження способів зменшення вразливості засобів формування ССЧ електроенергетичних систем.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для зменшення вразливості засобів формування ССЧ електроенергетичних систем доцільним є використання способу підвищення надійності систем синхронізації, який пропонується Асоціацією телекомунікаційних організацій (ATIS). ATIS рекомендує використовувати в якості резервних сигнали від альтернативних до GNSS джерел часу відповідної якості. Підтвердженням такої можливості є результати досліджень наявних в державі засобів частотно-часового забезпечення, які представлені у публікаціях фахівців ДП "Укрметртрестстандарт". Але існуючі в теперішній час технічні засоби не утворюють розгалуженої системи і не можуть задовольнити усіх споживачів частотно-часовою інформацією [1, 3]. Варто зауважити на те, що передавання синхросигналів діючими IP-мережами з використанням протоколу RTP створює прийнятні техніко-економічно можливості для його широкомасштабного впровадження, разом з чим будуть покращуватись умови для вирішення проблеми диверсифікації синхроінформаційного забезпечення.

Для зменшення вразливості засобів формування ССЧ електроенергетичних систем доцільним є використання наявних в Україні діючих високостабільних джерел еталона одиниць часу, технічних засобів для передавання сигналів синхронізації часу, розроблених методів і пристроїв багатоканального моніторингу [1, 3–5]. Зазначені технічні можливості та отриманий досвід – це реальне підґрунтя для отримання позитивних результатів досліджень та ефективних інновацій, направлених на підвищення надійності формування сигналів синхронізації для територіально розподілених об'єктів електроенергетичної системи України.

У разі використання радіоприймачів GNSS, в якості джерел синхроінформації (PNT), мають бути обов'язково враховані оцінки їх відмовостійкості. Ці оцінки повинні виконуватись на основі можливості радіоприймачів відновлюватися після атак або збоїв та ступеня їх відмовостійкості до погіршення або втрати інформації про час [10]. Запропоновані підходи до рішення проблеми відмовостійкості синхроінформаційного забезпечення створять умови для отримання позитивних результатів за визначеними, в Resilient PNT Conformance Framework [10], категоріями методів відмовостійкості, а саме затьмарення, обмеження, перевірка, ізоляція, пом'якшення, диверсифікація та відновлення.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

З метою покращення керованості електроенергетичної системи України за синхронної роботи з енергооб'єднанням країн континентальної Європи з урахуванням ситуації, яка склалася в умовах сьогодення, пропонується комп'ютерно-інтегрована інтелектуальна системи формування ССЧ. Складовою запропонованої системи є пристрій багатоканального моніторингу (ПБМ), результати розробки і дослідження якого вказують на можливість його ефективного використання в якості територіально розподілених по об'єктам електроенергомережі джерел інформації про показники якості ССЧ.

Пристрій багатоканального моніторингу забезпечує вимірювання похибки часу ССЧ $TIE_t(\tau)$ на інтервалі τ , починаючи з моменту t . Функцію $TIE_t(\tau)$ називають функцією похибки інтервалу часу [1], яка має наступне математичне визначення:

$$= [T(t+\tau) - T_{OP}(t+\tau)] - [T(t) - T_{OP}(t)] = TE(t+\tau) - TE(t), \quad (1)$$

де $T_E(t) = T(t) - T_{оп}(t)$ - функція похибки часу;

$T_t(\tau) = T(t + \tau) - T(t)$ - функція інтервалу часу.

Функцію часу $T(t)$ ССЧ визначають через повну фазу $P(t)$ як різницю між $T(t)$ і опорним (еталонним) сигналом $T_{оп}(t)$ з рівняння:

$$T(t) = \frac{P(t)}{2\pi\omega_n}, \quad (2)$$

де ω_n — номінальне значення частоти.

Важливими перевагами розробленого пристрою багатоканального моніторингу в порівнянні з одноканальним, який базується на часових вимірах тільки одного ССЧ відносно опорного, є забезпечення в режимі реального часу контролю декількох ССЧ, спільної обробки результатів вимірів з аналізом отриманих даних, формування інформації для прийняття управлінських рішень [106]. Вказані переваги підвищують достовірність результатів моніторингу і забезпечують формування ССЧ із заданою якістю і підвищеною надійністю, а також створюють можливість використання додаткових джерел ССЧ як резервних.

Комп'ютерно-інтегрована інтелектуальна системи формування ССЧ, яка реалізована з використанням пристроїв багатоканального моніторингу, забезпечує в автоматичному режимі виконання одночасних багатоканальних вимірів похибки часу контрольованих ССЧ відносно опорного сигналу з субнаносекундною точністю. Результати виконаних вимірів передаються на спеціалізований сервер. Сервер на основі отриманих даних від пристроїв багатоканального моніторингу відображає результати вимірів і буде в реальному часі графіки похибки часу контрольованих ССЧ. Таким чином, забезпечується можливість одночасного перегляду результатів вимірів декількох контрольованих ССЧ відносно опорного, їх запис на пам'ятовуючі пристрої та оперативний контроль і прийняття рішень оператором.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Запропонована комп'ютерно-інтегрована інтелектуальна система формування сигналів синхронізації часу забезпечує підвищення відмовостійкості засобів формування ССЧ, що створить умови для покращення керованості електроенергетичної системи України за синхронної роботи з енергооб'єднанням країн континентальної Європи.

За результатами науково-інноваційних проектних розробок та експериментальних досліджень можна стверджувати, що створені програмно-апаратні засоби комп'ютерно-інтегрованої інтелектуальної системи, які розроблені в Україні, можуть застосовуватися для контролю часових характеристик синхросигналів у різних галузях економіки країни, а також використовуватись в цілях підвищення сихроінформаційного суверенітету, обороноздатності і безпеки держави.

ДЖЕРЕЛА

1. Автоматизований моніторинг сигналів синхронізації часу енергосистем: монографія / В.В. Коваль, О.В. Самков, І.В. Блінов, О.Л. Ламеко, І.В. Трач, С.Й. Полішук, В.І. Вакась, В.В. Чопик, О.Л. Осінський, 2021. К.: Видавничий центр НУБіПУ, 2021. - 380 с.
2. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: Навчальний посібник / М.І. Стаднік, А.А. Видмиш, А.А. Штуць, М.А. Колісник. – Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. – 332 с.

3. Самков О.В., Коваль В.В., Лисенко В.П., Чопик В.В., Осінський О.Л., Самков Б.О. Розроблення цифрових засобів багатоканального моніторингу пристроїв синхронізації часу електроенергетичних SMART Grid систем // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Випуск 65 (2023). – С.28-32. ISSN 1727-9895, ISSN 2786-7064 (online). DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.65>
4. Самков О.В., Коваль В.В., Лисенко В.П., Кальян Д.О., Рибіна О.Б., Осінський О.Л. Пристрій багатоканального моніторингу синхросигналів SMART Grid енергосистем з оптимальним за швидкістю фазовим автопідстроюванням частоти // Технічна електродинаміка. – К.: ІЕД НАН України, – № 1 (2023), 2023. – С.81-92.
5. Koval V.V., Lysenko V.P., Samkov O.V., Piskun O.M., Ostapovich D.M. Computer intensive technics of devices synchronization monitoring for decision making in the coordinate-time and navigation systems // Abstracts XXXVIII International Conference "Problems of decision making under uncertainties PDMU-2023". 11-15 september 2023. Polyana, Ukrain, К.: «Видавництво Людмила», 2023. - С.57.
6. M. Lombardi, "NIST Technical Note 2189, An Evaluation of Dependencies of Critical Infrastructure Timing Systems on the Global Positioning System (GPS)," November 2021. DOI: 10.6028/NIST.TN.2189. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.2187.pdf>
7. National Security of the National Science & Technology Council, "Positioning, Navigation, and Timing Research and Development Interagency Working Group Subcommittee on Resilience Science and Technology Committee on Homeland and National Research and Development Plan for Position, Navigation, and Timing Resilience," August 2021. https://www.whitehouse.gov/wpcontent/uploads/2021/08/Position_Navigation_Timing_RD_Plan-August-2021-1.pdf.
8. Resilience Positioning, Navigation, and Timing (PNT) Reference Architecture. Version 1.0. Science and technology, 2021. – 87p.
9. Department of Homeland Security (DHS) Science and Technology Directorate (S&T), "Resilient PNT Conformance Framework, Version 2.0," May 2022. <https://www.dhs.gov/publication/st-resilient-pnt-conformance-framework>.



ВАЛЕРІЙ КОВАЛЬ отримав диплом інженера у Одеському електротехнічному інституті зв'язку ім. О.С. Попова в 1981 році, ступінь кандидата технічних наук в 1987 році та ступінь доктора технічних наук у Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій (Київ, Україна) в 2007. Основні напрямки наукових досліджень направлені на розробки засобів автоматизації, інформаційно-комунікаційних технологій, систем синхронізації цифрових сигналів і мереж. Дійсний член Академії наук вищої школи України.



ОЛЕКСАНДР САМКОВ отримав диплом інженера у Київському політехнічному інституті в 1977 році, ступінь кандидата технічних наук в 1991 році та ступінь доктора технічних наук у Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій (Київ, Україна) в 2011 році. Наукові праці присвячені розробленню пристроїв для перетворення та ефективного використання електроенергії, вирішення проблем забезпечення якості й електромагнітної сумісності електротехнічного обладнання, розвитку інформаційних технологій в електроенергетиці; синтезу багатфункціональних засобів для підвищення якості електроенергії та розробленню пристроїв для підвищення ефективності систем електропостачання автономних об'єктів із джерелами живлення обмеженої потужності й енергоємності.



ОЛЕГ ПІСКУН отримав ступінь бакалавра комп'ютеризованих систем, автоматики і управління у Житомирському військовому інституті радіоелектроніки імені С.П. Корольова (Житомир, Україна) в 1999 році та ступінь магістра військового управління у Національній академії оборони України (Київ, Україна) в 2007. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки в Національному університеті біоресурсів та природокористування України (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — технології дистанційної синхронізації, системи моніторингу та контролю, диференційні ГНСС.

ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙНУ У ДЕРЖАВНОМУ СЕКТОРІ

Владислав Луценко

Аспірант, кафедра кібербезпеки та захисту інформації, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-2377-1858
E-mail: vladyslav.lutsenko99@gmail.com

***Анотація.** Стаття присвячена методам та проблемам застосування блокчейна в державному секторі, участі Міністерства Цифрової Трансформації в інтеграції проектів та застосуванню блокчейна на практиці. Розглянемо сутність блокчейна та його переваги. Сучасний стан, перспективи та сфери застосування блокчейна в державному секторі. Через свій специфічний характер блокчейн підходить там, де потрібна висока достовірність та незмінність інформації. Мета статті: впровадження найперспективніших варіантів використання блокчейна в державному секторі.*

Ключові слова: Державний сектор; блокчейн; інноваційна трансформація; використання технологій; база даних.

I. ВСТУП

Блокчейн – технологія майбутнього. Це децентралізований реєстр, або як його іноді називають – база даних, мета якої зберігати виконані дії в хронологічному порядку. Зокрема, у державному секторі, де відбувається передача цінностей [1].

Інноваційні трансформації вимагають розуміння їх сутності, вміння їх оптимально та ефективно застосовувати. Посилення ролі та значення держави полягає в основі розвитку цифровізації. Законодавче регулювання новітніх технологій має бути прозорою нормативно-правовою базою для усіх учасників ринку, та і буди головним засобом для поповнення бюджету України [2].

Децентралізація та послідовний характер обумовлює низьку швидкість їх зчитування. Поєднання цих двох технологій може скоротити час доступу до даних, підвищити якість даних через відсутність суперечностей у записах.

Але все ж таки, блокчейн є однією з прогресивних технологій та інновацій останнього десятиліття, тому процес інтеграції у державний сектор все ж таки відбувається [3].

Отож, розроблення технології блокчейн для Великих даних є найактуальнішою. Тож розглянемо основні напрямки його застосування.

Є основні практичні варіанти використання блокчейну в державному секторі [4]:

- проведення голосування та вибори;
- різноманітні державні та Урядові реєстри;
- цифрова ідентифікація
- криптовалюти;
- управління ланцюгами постачання;
- смарт-контракти;
- нові професії в сфері блокчейн;

Після всесвітньої пандемії більшість організацій державного сектору переглядають свої методи використання цифрових технологій [2].

Заступник міністра цифрової трансформації Олександр Борняков вважає, що впровадження блокчейн-технологій в державному секторі допоможе в боротьбі з корупцією, більш ефективно захищати персональні дані громадян, надавати зручні сервіси, які можуть бути використані державою [5].

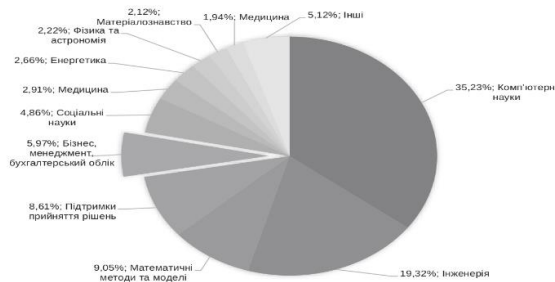


Рисунок 1. Сфери використання технології блокчейн

Впровадження даної концепції має наметі зробити державні гроші програмованими. Тобто, можна встановлювати за допомогою певного коду умови їх використання. Е-гривня може стати найважливішим елементом економіки майбутнього для укладання й виконання угод з токенованою часткою сектору економіки [6].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Аналітика великих даних – це процес аналізу великих та складних джерел для виявлення ринкових переваг для прийняття ефективних рішень. Зазвичай такі дані визначаються за такими критеріями: обсяг, різноманітність, швидкість, правдивість. Великі дані відносяться до високого ступеня точності та достовірності даних. Це означає, що всі дані мають бути ретельно відібрані та чистими [1].

Математичні методи (основа блокчейн) - це еліптичні криві. Мінцифри допомагає залучити технологічних партнерів для проведення пілотних проектів, дослідження можливостей технології та оцінки перспектив. Мінцифра постійно вивчає досвід інших країн, щоб створювати цифрову державу з сервісами для громадян [3].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Дані, як були отримані та збережені потребують їх аналізу та представлення у графіках, таблицях тощо. Але традиційні способи не підходять. Тому для роботи з такими великим базами розроблені окремі технології [2].

Загальна складність - це міра того, як важко знайти правильний хеш для створення нового блоку в блокчейні. Ось формула для розрахунку загальної складності [6]:

$$T = D \times \frac{2^{256}}{M}$$

T – загальна складність, D - значення складності при якому хеш блоку повинен починатися із заданої кількості нулів, M - поточне цільове значення, яке визначає складність майнінгу на даний момент часу.

Хеш блоку є унікальним числовим значенням, яке є цифровим підписом вмісту блоку, включаючи дані і попередній хеш блоку. Ось формула для розрахунку хеша блоку [6]:

$$\text{Hash} = \text{SHA256} \times (p \times d \times n)$$

Hash – хеш блоку, SHA256 – функція хешування, p – хеш попереднього блоку, d – дані поточного блоку, n – випадкове число зміни блоку

Серед багатьох хеш-функцій можна виділити криптографічні стійкі. Методи хешування також базуються на однобічних хеш-функціях. Сама хеш-функція починає хешувати

повідомлення в алгоритмі, результат записується в блоці пам'яті, потім блоки перетворюються з використанням стискування, на виході отримаємо ключ. Технологія блокчейн має величезний потенціал. Серед потенційних напрямків – захист держреєстрів, знищення корупції та документальне підтвердження воєнних злочинів [6].

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Загалом блокчейн має низку переваг: децентралізація, ефективність, прозорість, незмінність. Це відносно нова технологія, яка має великий потенціал змінити багато сфер діяльності, відкриває нові можливості, які покращують якість життя, та здатна оптимізувати багато складних процесів.

Сьогодні з'явилося багато реальних прикладів використання даної технології в уряді. Для подальшого впровадження потрібно систематично перевіряти потенційні можливості держорганів та аналізувати взаємодію між органами та громадянами на всіх рівнях [7].

Ключові висновки досліджень показують, що швидке зростання технології блокчейн грає вирішальну роль в розвитку державного сектору. Вважається, що це призведе до покращення відстеження даних у державному секторі. Недостатньо визначити стратегію, потрібна здатність для її реалізації. Для цього уряд повинен використовувати та об'єднувати існуючі компанії. Немає сумнівів, що ця технологія зробить революцію у державному секторі. Це допоможе змінити застарілі процеси та непотрібну документацію, швидше впроваджувати інновації та працювати ефективніше [4].

ДЖЕРЕЛА

1. Легомінова С. В., Кочура Т. О. (2019). Блокчейн-технологія як результат інноваційних трансформацій в умовах цифровізації економіки країн. *Журнал БІЗНЕСІНФОРМ*, 11, 259-264.
2. Степура В.В (2021). Сутність технології блокчейн та її застосування у фінансовій сфері. *Приазовський економічний вісник*, 1, 189-195.
3. Ілляшенко К. В., (2020). Перспективи застосування технології блокчейн. *Журнал Інфраструктура ринку*, 40, 198–202.
4. Майя Ярова, (2020). Навіщо впроваджувати блокчейн в державний устрій і як це допоможе у боротьбі з корупцією. *Інтернет-стаття*, <https://ain.ua/2022/12/29/bornjakov-pro-blockchain/>.
5. Бруханський Р. Ф., Спільник І. В., (2021). Цифровий облік: поняття, витoki та актуальний дискурс. *Журнал Інституту бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації*, 3, 7–20.
6. Іван Шарий, (2023). Застосування блокчейну у державному секторі. *Інтернет-стаття*, <https://klona.ua/uk/blog/blog-uk/zastosuvannya-blokchejnu-u-derzhavnomu-sektori> .
7. Unian, (2018). Земельний кадастр перевели на технологію блокчейн, яка унеможливить підтасовування даних. *Інтернет-стаття*, <https://www.unian.ua/economics/agro/2167966-zemelniy-kadastr-pereveli-na-tehnologiyu-blokcheyn-yaka-unemojlivit-pidtasovuvannya-danih.html> .



ВЛАДИСЛАВ ЛУЦЕНКО отримав ступінь бакалавра управління інформаційною безпекою у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2020 році та ступінь магістра кібербезпеки у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з кібербезпеки у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, впровадження технології блокчейн, системи інтернет-речей.

Section

**Network and Internet
Technology**

Секція

**Мережеві та інтернет-
технології**

ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Наталія Аксак¹, Андрій Татарников²

¹Професор, кафедра комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0000-0001-8372-8432

E-mail: nataliia.axak@nure.ua

²Аспірант, спеціальність 123 – комп'ютерна інженерія, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0000-0002-1632-8188

E-mail: andrii.tatarnykov@nure.ua

***Анотація.** Стаття присвячена проблемі персоналізації навчального середовища, що включає різноманітні послуги, навчальні інструменти та програми, розроблені відповідно до потреб учасників освітнього процесу. Запропоновано підхід до використання узагальненої моделі розподіленої системи для індивідуалізації навчання, що може підвищити ефективність навчального процесу. Ключовим аспектом і конкретною перевагою запропонованого підходу є можливість побудови індивідуального плану навчання.*

Ключові слова: індивідуалізація навчання; розподілена система; хмарні обчислення

I. ВСТУП

Актуальність дослідження.

У сучасному світі освіти стає все більш очевидною потреба у персоналізованому навчанні, яке враховує індивідуальні особливості кожного студента. Індивідуалізація навчання з використанням інноваційних технологій є одним із шляхів відповіді на цю потребу, оскільки вона дозволяє адаптувати процес навчання до потреб, інтересів та темпу навчання кожного студента. Дане дослідження актуально, оскільки воно спрямоване на вивчення можливостей та переваг індивідуалізації навчання з використанням сучасних технологій, що може сприяти покращенню якості освіти та підготовки кваліфікованих кадрів для суспільства.

Постановка проблеми.

У сучасному освітньому середовищі існує необхідність вдосконалення методів навчання для відповідності індивідуальним потребам та можливостям кожного студента. Традиційні підходи до навчання, які не враховують індивідуальні особливості, можуть призводити до зниження мотивації та результативності навчання. Одним із можливих рішень є використання інноваційних технологій для індивідуалізації навчання. Однак існує необхідність в дослідженні ефективності такого підходу, а також в розробці рекомендацій щодо його впровадження в освітню практику.

Мета дослідження.

Визначити можливості та ефективність індивідуалізації навчання з використанням інноваційних технологій у контексті сучасної освітньої парадигми. Розглянути підходи до індивідуалізації навчання та їх вплив на активність, мотивацію та результативність студентів. Встановити рекомендації щодо ефективного впровадження індивідуалізованого навчання з використанням інноваційних технологій у сучасну освітню практику.

Огляд літератури.

В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій обсяги матеріалу для студентів постійно зростають. Це викликано швидким розвитком науки, техніки та впровадженням передових технологій у виробництво та бізнес. Сучасний ринок праці висуває високі вимоги до кваліфікованих кадрів, тому освітні заклади повинні постійно оновлювати навчальні матеріали. Проте постійне ускладнення навчальних програм може призвести до прогалин у знаннях студентів, що може ускладнити їхнє навчання та формування професійних компетенцій [1].

Штучний інтелект (ШІ) і великі дані використовуються в сучасних навчальних просторах вищої освіти – це семантичний веб, робототехніка, автоматизація, інтелектуальні агенти, зелені технології та інші технологічні навчальні ресурси, які трансформують спосіб життя, роботи та спілкування з іншими [2, 3]. Студенти можуть використовувати великі дані для пошуку закономірностей на додаток до нових підходів до навчання, які забезпечують персоналізовану освіту на основі зібраних даних про студентів щодо особистих характеристик, звичок або дій [4]. Елементи персоналізації у навчанні акцентують особистісний розвиток та навчальне середовище. Основний фокус — на особистому зростанні знань і навичок, що відбувається завдяки Інтернет-спільнотам та онлайн-курсам. Персоналізоване навчання включає різноманітні послуги, інструменти та програми, розроблені за потребами людей на основі Web 2.0 або Web 3.0, наприклад, доступність більш доступних курсів, розширені можливості користувача та можливість створення персонального профілю студента [5].

Вищі навчальні заклади використовують штучний інтелект для налаштування процедури прийому студентів і визначення успішних студентів. Технології штучного інтелекту допомагають вчителям у визначенні розвитку учнів, в управлінні методом навчання у випадку виявлення прогалини в розумінні, а також для створення умов індивідуалізації навчання студентів [6]. Деякі з таких систем системи можуть встановлювати рівень знань студентів і стратегії навчання для підвищення їхніх знань і виявлення неправильних уявлень [7]. Для підтримки інтелектуального навчання, важливі дані включають глобальні бази даних, метадані, підходи, керовані даними, і пов'язані дані [8]. Один з методів вирішення проблеми індивідуалізації навчання є метод непрямого оцінювання. Для оцінки досвіду студентів використовували як пряме оцінювання (тобто академічна успішність студента), так і непряме оцінювання (цінність завдання, зв'язок,) через валідовані педагогічні описи, що виникають з відповідних теоретичних основ. Такий підхід дав розуміння зв'язків між такими поняттями, як структура курсу, мотивація та сприйняття, з академічною успішністю студентів у курсі дистанційної освіти [9].

Результати 40 досліджень показали, що більшість з них були спрямовані на прогнозування успішності навчання або відрахування студентів у вищих навчальних закладах, які навчаються за спеціальністю інформатика. Методи оцінювання та підходи до перевірки базувалися на алгоритмах машинного навчання [10].

Метод діагностики успішності учнів може бути покращений за допомогою додаткових шкал оцінювання разом зі стандартними. Цей підхід спрямований на підвищення точності оцінювання та врахування всіх можливих варіантів проміжних результатів [11].

Сучасні освітні технології спрямовані на ефективність використання навчального часу, індивідуалізацію, дистанційність та варіативність навчального процесу, мобільність студентів незалежно від віку та рівня освіти. Автори дослідження [12] розглянули найбільш ефективні та часто використовувані в професійній освіті на сьогодні: ігрові, кейс-стаді, проектні, інтегративні та інформаційні технології.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Індивідуалізацію навчання можна здійснювати через:

- 1) налаштування навчального забезпечення відповідно до потреб учнів;
- 2) покращення критичних частин курсів щодо прогалини знань з боку студентів;
- 3) моніторинг успішності студентів і сповіщення викладачів про проблеми з успішністю студентів [13];
- 4) автоматизацію базових навчальних операцій (оцінювання тестів, підтримка документації в актуальному стані, надання учням зворотного зв'язку та для зв'язку між викладачами та батьками);
- 5) персоналізований спосіб подачі контенту та адаптацію його до учня [14].

Узагальнена модель, яка описує розподілену комп'ютерну систему, що поєднує різні інноваційні технології для індивідуалізації навчання складається з таких компонентів:

1. Адаптивна навчальна платформа для навчання та аналізу даних. Найбільш поширеними системами управління навчанням (LMS) є Moodle, Canvas, Blackboard та Google Classroom.

2. Система адаптивного навчання (САН) допоможе студентам ефективніше вивчати матеріал курсів та заповнювати прогалини у своїх знаннях. Вона збирає дані про прогрес учнів та їхні відповіді на завдання, аналізує знання та навички студентів, щоб створювати персоналізовані навчальні шляхи та завдання, які краще відповідають їхнім потребам. Серед аналітичних інструментів та бізнес-інтелект платформ більш розповсюдженими є Tableau, Microsoft Power BI, Google Data Studio, IBM Cognos Analytics. Для обробки даних та машинного навчання пропонується мова програмування Python з бібліотеками, такими як pandas, NumPy, scikit-learn, PyTorch. САН складається з таких блоків: надання рекомендацій на основі багатоагентного підходу [14], моніторингу успішності студентів і сповіщення викладачів про проблеми з успішністю студентів [13], аналізу тексту, віртуальних асистентів, автоматичного тестування та оцінювання, аналізу відео та аудіо.

3. Блок інтерактивних відеоуроків та матеріалів з елементами гейміфікації для стимуляції учнів до активності та надання їм зворотного зв'язку. Інструментами для створення відеоуроків та мультимедійних матеріалів є Camtasia, Adobe Premiere Pro, OBS Studio та Vyond.

4. Віртуальні лабораторії для практичного вивчення матеріалу з використанням віртуальної (VR) та розширеної (AR) реальностей. Для побудови (VR/AR) реальностей можна застосовувати Unity, Unreal Engine, Vuforia.

5. Хмарні сховища для зберігання та доступу до навчального вмісту через хмарні сервіси. Для зберігання та обробки даних підходять Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP).

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Пропонований підхід, щодо використання узагальненої моделі, яка описує розподілену систему для індивідуалізації навчання, може підвищити ефективність навчального процесу. Реалізований блок надання рекомендацій на основі багатоагентного підходу та підсистема моніторингу успішності студентів і сповіщення викладачів та батьків про проблеми з успішністю студентів. Проведений аналіз показав, що студенти більш ефективно засвоюють матеріал та заповнюють прогалини у знаннях завдяки рекомендаційному блоку. Моделювання виявлення негативних аспектів в процесі навчання за допомогою агентів підтвердило доцільність запропонованого підходу [14]. Високий рівень точності детектування моніторингу поведінки студентів (коефіцієнт повноти $\rho_i = 0,898$ та коефіцієнт

точності $e_i = 0,101$) показав переваги використання розробленої підсистеми в порівнянні з існуючими аналогами [13].

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Результати та аналіз показують, що використання такої системи може значно підвищити ефективність навчання та стимулювати активність студентів. Проте, для досягнення максимального ефекту, важливо постійно вдосконалювати систему, враховуючи потреби та відгуки користувачів.

Таким чином, індивідуалізація навчання за допомогою інноваційних технологій є перспективним напрямком розвитку освіти, який може допомогти краще підготувати студентів до вимог сучасного ринку праці та розвинути їхні потенціальні можливості.

ДЖЕРЕЛА

1. Моркун Н. В., Чубаров В. В., Завсєгдашня І. В., Завсєгдашня О. О. (2021) Концепція інформаційної моделі ІТ-платформи для індивідуалізованого компетентнісно-орієнтованого навчання магістрантів у галузі інформатичних наук, *ITLT*, vol. 82, вип. 2, стор. 151–165, doi: 10.33407/itlt.v82i2.3219.
2. Dennis M.J. (2018) Artificial intelligence, and higher education. *Enroll. Manag. Rep.* 22, 1–3.
3. Williamson B. (2018) The hidden architecture of higher education: Building a big data infrastructure for the “smarter university”. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.* 15, 1–26.
4. Jeong S., Kim, B. (2021) Net work Analysis of Social Awareness of Media Education for Primary School Students Studied through Big Data. *Comput. Sci. Inf. Syst.* 18, 575–595.
5. Samah N.A., Yahaya N., Ali M.B. (2011) Individual differences in online personalized learning Environment. *Educ. Res. Rev.* 6, 516–521.
6. Bukreiev, D. (2020). Neuro-network technologies as a mean for creating individualization conditions for students learning. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 75, p. 04013). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207504013>
7. Alfaro L., Rivera C., Castaneda E., Zuniga-Cueva J., Rivera-Chavez M., & Fialho, F. (2020). A review of intelligent tutorial systems in computer and web based education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(2), 755-763.
8. Rubens N., Kaplan D., Okamoto T. (2011) E-Learning 3.0: Anyone, anywhere, anytime, and AI. In *Proceedings of the International Workshop on Social and Personal Computing for Web-Supported Learning Communities SPeL*, Hong Kong, China.
9. Gasni D., Putra H. (2021). Indirect Assessment of Program Student Outcomes Through Student’s Learning Experiences at the Faculty of Engineering. In *The 3rd International Conference on Educational Development and Quality Assurance (ICED-QA 2020)* (pp. 92-101).
10. Luan, H., Tsai C. C. (2021). A review of using machine learning approaches for precision education. *Educational Technology & Society*, 24(1), 250-266 www.jstor.org/stable/26977871.
11. Трояновська Т. І., & Котолуп М. А. (2016). Аналіз якості оцінювання студентів в системах комп’ютеризованої підготовки за допомогою статистичних методів. *Інформатика та математичні методи в моделюванні*, (6, № 1), 94-99.
12. Gruzdeva M. L., Vaganova O. I., Kaznacheeva S. N., Bystrova N. V., & Chanchina A. V. (2020). Modern educational technologies in professional education. *Growth Poles of the Global Economy: Emergence, Changes and Future Perspectives*, 1097-1103. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-15160-7_110
13. N. Axak and A. Tatarnykov, "The Behavior Model of the Computer User," *2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 2022, pp. 458-461, doi: 10.1109/CSIT56902.2022.10000499.

14. Н. Аксак Багатоагентна система електронного навчання. *Сучасні інформаційні технології та системи* : монографія / Н. Г. Аксак, Л. Е. Гризун, О. В. Щербаков [та ін.] ; за заг. ред. Пономаренка В. С.– Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. – 270 с. : іл. . <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29233>



НАТАЛІЯ АКСАК отримала ступінь доктора технічних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) в 2019 році. Нині авторка більш 300 робіт. Серед наукових інтересів — інтелектуальні комп'ютерні системи, паралельні та розподілені обчислення, мультиагентні системи.



АНДРІЙ ТАТАРНИКОВ отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) в 2020 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) в 2022. Автор 5 робіт. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерної інженерії у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного зору.

МОДЕЛЬ АУКЦІОНУ РЕКЛАМИ В ПОШУКОВИХ СИСТЕМАХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ

Сергій Гавриленко¹, Олександр Кушнір², Михайло Пустовойт³

¹Науковий співробітник, Відділ інтелектуальних інформаційних технологій №115, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна
ORCID: 0009-0009-8838-3731, 0000-0002-4160-3276

E-mail: s.a.gavrilenko@nas.gov.ua

²Студент магістерської програми 2 року навчання, Кафедра математичних методів захисту інформації Навчально-науковий фізико-технічний інститут, Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

ORCID: 0009-0005-2132-9977

E-mail: kushnirale@gmail.com

³Науковий співробітник, Відділ інтелектуальних інформаційних технологій №115, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-8039-8180

E-mail: pustovoit@nas.gov.ua

***Анотація:** Об'єктом розгляду є вплив рекламних аукціонів у пошукових системах на динаміку цін та ринкові ефекти для компаній із конкуруючими брендами у контексті мережесевих та інтернет-технологій. Результати роботи важливі для розуміння взаємозв'язку між маркетинговими практиками та ціновою конкуренцією в онлайн-середовищі, що може мати значний вплив на ділові стратегії компаній для сучасної цифрової епохи. Доповідь пропонує нові підходи до розуміння ринкової динаміки та практичні настанови для підтримки прийняття рішень у сфері інтернет-маркетингу та бізнесу.*

Ключові слова: аукціони, інтернет-маркетинг, інтернет-технології, пошукові системи.

I. ВСТУП

Модель досліджує вплив ціноутворення та участі у рекламних аукціонах двох компаній, що конкурують у пошукових системах, на ринкові ефекти пошукової реклами бренду. У роботі враховуються два типи споживачів: досвідчені, які активно шукають інформацію, та недосвідчені, які переглядають перші результати, і обидва обізнані з характеристиками та цінами продуктів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Початковими умовами аукціону є:

- одне місце для показу реклами;
- аукціон відбувається за принципами аукціону другої ціни.

Формально аукціон відбувається наступним чином.

***Означення 1.** За пошуковим запитом користувача, що відповідає ключовому слову k розпочинається аукціон. В режимі реального часу проводиться одночасне опитування рекламодавців на предмет ставок за цим ключовим словом, вони відповідають ставками що*

формують множину всіх ставок аукціону $B = b_k^{A_1}, b_k^{A_2}, \dots, b_k^{A_n}$, де $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ - множина рекламодавців. Серед ставок обирається така, що $b_k^{A_i} = \max(B)$, де $A_i \in A$ переможець аукціону. Він сплачує вартість кліку (CPC – cost-per-click), що відповідає ставці $b_k^{A_j} = \max(B \setminus \{b_k^{A_i}\})$, де $B \setminus \{b_k^{A_i}\}$ – різниця множин, а $A_j \in A$ - наступний за ним рекламодавець.

Розглянуто випадок де у такому аукціоні як рекламодавці беруть участь 2 компанії A_i та A_j , які виробляють один і той самий товар. Без урахування витрат на рекламу через аукціон фірми мають ціни на товар p_{A_i} та p_{A_j} відповідно, при постійних граничних витратах $c_{A_i} \geq 0$, та $c_{A_j} \geq 0$ відповідно. Кожна компанія вирішує рекламувати себе, як бренд за ключовим словом яке відповідає їх власному бренду та бренду конкурента. Ставки фірми A_i на аукціоні по ключовому слову k_i власного бренду це $b_{k_i}^{A_i}$, а на аукціоні за ключовим словом k_j бренду конкурента $b_{k_j}^{A_i}$. Таким чином для фірми A_i стратегія ціноутворення буде складатись з наступних трьох параметрів $(p_{A_i}, b_{k_i}^{A_i}, b_{k_j}^{A_i})$. Для фірми A_j – аналогічно.

Також для коректних розрахунків потрібно розглянути користувача пошукової системи, який шукав по ключовому слову і чії дії власне привели до аукціону мета якого – конкуренція за увагу користувача. Припущено, що користувачі можуть бути недосвідченими - n і досвідченими - s . Недосвідчені завжди обирають перше посилання з SERP, досвідчені – розглядають обидва, якщо вони доступні. З точки зору обізнаності, ми можемо розділити споживачів на тих, хто знає про бренд рекламодавця A_i , або ж A_j , або ж про обидва. Таким чином множина користувачів може бути представлена у вигляді декартового добутку $T = \{A_i, A_j\} \times \{n, s\}$, тобто в термінології цієї множини недосвідчений користувач, який обізнаний про бренд A_i може бути представлений у вигляді вектору (A_i, n) . Нехай тоді $s_{A_i}, s_{A_j} \in [0, 1]$ – це частки користувачів яким відомо про фірми A_i, A_j відповідно, ці частки такі, що $s_{A_i} + s_{A_j} = 1$. Тоді n_{A_i}, n_{A_j} позначено як частку досвідчених користувачів.

Тепер коли враховано типи користувачів розглядаються їх дії. Потрібно врахувати наступні фактори:

1) Користувач не завжди переходить за запропонованим йому посиланням. Те наскільки часто користувачі переходять за посиланням, тобто «клікають» - рейтинг кліків (CTR – click-through rate):

$$CTR = \frac{clicks}{impressions} \quad (1)$$

2) Аналогічно не кожний користувач, що потрапив на за посиланням з реклами на веб-сторінку здійснює купівлю, тобто конверсію. Те наскільки часто користувачі, що «клікнули», щось купують (CTS – click-to-sale):

$$CTS = \frac{conversions}{clicks} \quad (2)$$

На основі формули 1 та формули 2 можна отримати рейтинг конверсій, тобто рейтинг конверсій (CR – conversion-rate):

$$CR = CTR * CTS = \frac{conversions}{impressions} \quad (3)$$

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

З урахуванням аналізу рівноваги Неша, формули 3, означення 1 й умовної ймовірності перемоги в аукціоні за увагу зазначеного типу користувача, розраховується оптимальну ставку для аукціону ω :

$$b_{k_i}^{A_i} = [n_i(1 - P(A_i \text{ lose } \omega | (A_i, s)) * CR) + (1 - n_i)](p_{A_i} - c_{A_i}) \quad (4.1)$$

$$b_{k_i}^{A_j} = [n_j * P(A_i \text{ win } \omega | (A_j, s)) * CR + (1 - n_j) * P(A_i \text{ win } \omega | (A_j, n))](p_{A_i} - c_{A_i}) \quad (4.2)$$

У порівнянні з контрольною ситуацією, коли домінує органічний пошук, у будь-якій симетричній рівновазі обидва учасники перемагають на аукціоні за ключовим словом свого бренду, що призводить до зростання цін через зменшення конкуренції через витіснення органічних результатів рекламою та підвищення граничних витрат на рекламу з боку конкуруючої компанії. У випадку крайньої асиметрії, в присутності лише одного активного учасника та нового учасника, виявлено, що ринковий ефект від рекламних витрат на бренд може бути позитивним, за умови, що пошукова система не відображає посилення учасника в органічних результатах, і що досвідчені споживачі становлять достатньо велику частку ринку, щоб забезпечити рівновагу, при якій учасник перемагає в аукціоні за ключове слово бренду конкурента.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Відповідно до даних та за умов досягнення рівноваги за Нешем ("Non-cooperative games". *Annals of Mathematics. Second Series*) розглядаються випадки симетричної та асиметричної рівноваги аукціону, що й в одному й в іншому випадку призводить до підвищення ціни продукту, але при цьому й до неможливості зменшити витрати на маркетинг без втрати частини пошукового трафіку й відповідно зменшення продажів.

ДЖЕРЕЛА

1. Motta M. and Penta A. (2022) Market Effects of Sponsored Search Auctions.
2. Decarolis F. and G. Rovigatti (2021). From Mad Men to Maths Men: Concentration and Buyer Power in Online Advertising. *American Economic Review*.
3. Simonov A., and S. Hill (2021) Competitive Advertising on Brand Search: Traffic Stealing and Click Quality, *Marketing Science*.



СЕРГІЙ ГАВРИЛЕНКО - науковий співробітник Відділу інтелектуальних інформаційних технологій № 115 Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – Системний аналіз. Інформаційні технології організаційного типу в розподілених державних і корпоративних інфраструктурах. Корпоративні багаторівневі інформаційні системи і розподілені інформаційні технології в хмарному середовищі.



ОЛЕКСАНДР КУШНІР отримав ступінь бакалавра прикладної математики у Національному Технічному Університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна) в 2015 році. Нині автор працює над здобуттям магістерського ступеня з прикладної математики у Національному Технічному Університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – аукціони, біржові алгоритми, інформаційна безпека, криптографія, аналіз даних.



МИХАЙЛО ПУСТОВОЙТ - науковий співробітник Відділу інтелектуальних інформаційних технологій № 115 Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – Інформаційні технології організаційного типу.

СИСТЕМА БЕЗПРОВІДНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ ІЗ МЕРЕЖЕЮ ПОСЛІДОВНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ

Олександр Горчиця¹, Юлій Бойко²

¹Здобувач освіти, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID:0000-0003-0603-7827

E-mail: boiko_julius@ukr.net

²Професор, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID:0000-0003-0603-7827

E-mail: boykoym@khnmu.edu.ua

***Анотація.** Розглянута проблематика у провадженні технології бездротової передачі електроенергії. З'ясовано перспективи застосування комбінованого режиму безперервної провідності і режим переривчастої провідності при функціонуванні на понижувальному перетворювачі при реалізації мережі бездротової передачі енергії. Висвітлено аспекти реалізації, експлуатації, стандартів і питань безпеки в контексті бездротової передачі енергії. Описано запропоновану бездротову систему передачі електроенергії.*

Ключові слова: бездротова передача, канал зв'язку, компенсаційна мережа

I. ВСТУП

Бездротова передача електроенергії стала важливим та зручним рішенням для зарядки пристроїв без потреби в фізичних з'єднаннях [1]. Такі рішення реалізуються для передачі потужності в широкому діапазоні від міліват до мегават на відстані від міліметрів до кілометрів. Зокрема, актуальною є проблематика використання хвильових концепцій від кілогерц до терагерц. Такий підхід є привабливим для різноманітних застосувань та відкриває нові можливості. Основні виклики включають досягнення максимальної ефективності та визначення радіусу передачі. Передачу енергії бездротовим способом можна широко класифікувати на два типи: радіаційні та безрадіаційні методи як показано на рисунку 1.

Структуру бездротової передачі електроенергії (WPT) згідно з технологічними категоріями можна класифікувати як: передача енергії на основі електромагнітних та акустичних хвиль, відома як акустична передача енергії (acoustic power transfer – APT). Системи можуть бути як зв'язаними, так і незв'язаними, і використовувати принципи електромагнітних полів.



Рисунок 1. Класифікація методів бездротової передачі енергії

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Методи організації бездротової передачі електроенергії за допомогою індуктивного ємнісного зв'язку представлено на рисунку 2.

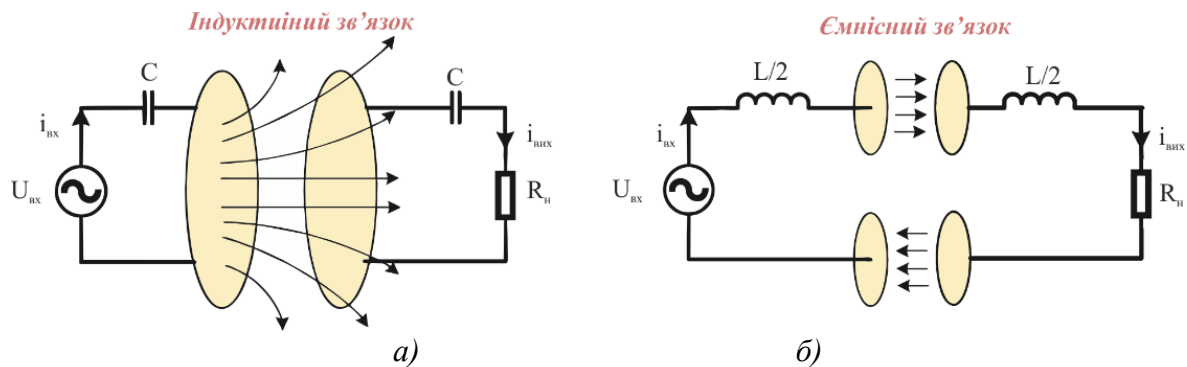


Рисунок 2. Бездротова передача електроенергії за допомогою (а) індуктивного зв'язку та (б) ємнісного зв'язку

Зв'язані системи, які використовують магнітні або електричні поля, класифікуються як індуктивна передача потужності (inductive power transfer – IPT) і ємнісна передача потужності (capacitive power transfer – CPT) [2, 3]. Зв'язані системи передачі енергії базуються на ефективному використанні магнітних або електричних полів для передачі потужності від передавача до приймача.

Незв'язані системи включають радіочастотну передачу потужності (radio frequency power transfer – RFPT), що передбачає бездротовий обмін енергії через радіочастотні хвилі, а також лазерну передачу потужності (laser power transfer – LPT), яка використовує світлові промені для передачі енергії. Одна з ключових відмінностей між зв'язаними та незв'язаними

системами є використання фізичного з'єднання для передачі енергії у зв'язаних системах та відсутність такого з'єднання у незв'язаних системах.

У бездротових системах передачі енергії, які ґрунтуються на індукції та ємнісному зв'язку, передавач (Tx) та приймач (Rx) знаходяться у тісному взаємозв'язку один з одним. Ефективність цього зв'язку в значній мірі залежить від кількох конструктивних параметрів, зокрема, від коефіцієнта зв'язку між Tx та Rx. Концепція технології бездротової передачі енергії може бути окреслена спільною структурою, яка представлена на рисунку 3.

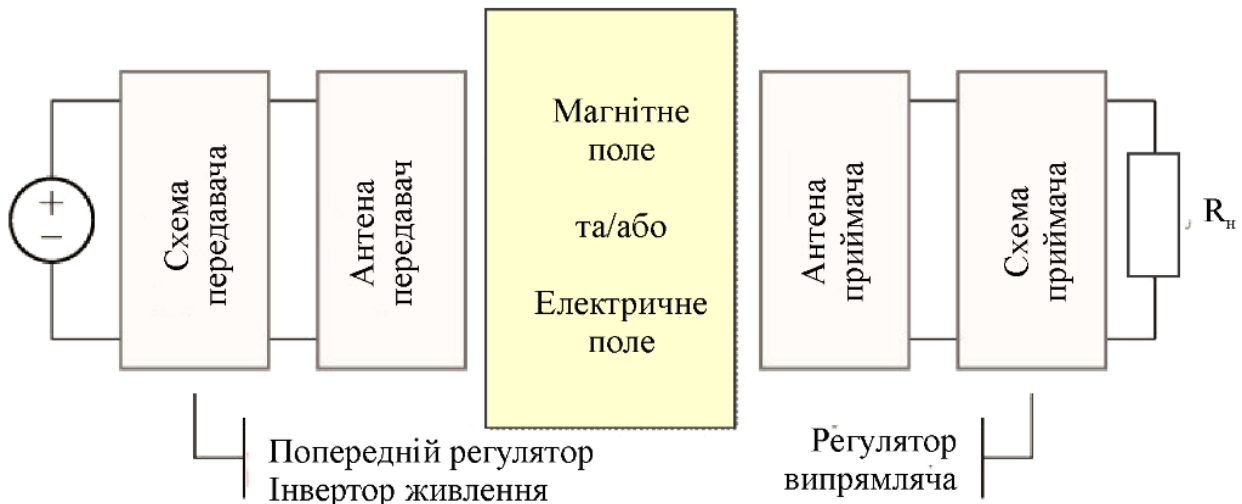


Рисунок 3. Структура бездротової системи передачі електроенергії

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Схема узгодження необхідна для досягнення максимально високої ефективності зв'язку. Ефективність зв'язку виражається як потужність, отримана антеною приймача, відносно потужності, переданої антеною передачі. Узгоджувальна мережа складається з індуктивного та ємнісного опорів, з'єднаних паралельно та послідовно. В цьому контексті терміни первинний і вторинний резервуар будемо розглядати як комбінацію компенсаційної мережі та антени. Змінна напруга, що надходить від антени і компенсаційної мережі, перетворюється в постійну за допомогою випрямляча і згладжуючих конденсаторів [4, 5] як показано на рисунку 3. Вимірювання вторинної напруги та струму в реальному часі та передача їх через канал зворотного зв'язку дозволяє передавачу змінювати амплітуду та частоту для досягнення вищої ефективності зв'язку.

На рисунку 4 представлено принципові схеми бездротової системи передачі енергії з індуктивним та ємнісним зв'язком.

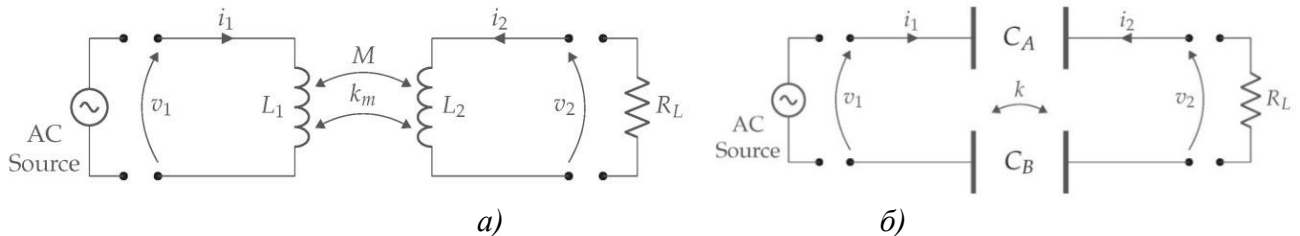


Рисунок 4. Принципові схеми системи бездротової передачі енергії: а – індуктивна; б – ємнісна

Під час бездротової передачі передавач потужності може регулювати частоту або амплітуду залежно від того, потрібна більша чи менша потужність. Обидва підходи

призводять до сигналу амплітудно-зсувної маніпуляції (ASK), який демодулюється на стороні передавача. Передавач зчитує сигнал і може регулювати потужність передачі, змінюючи частоту або амплітуду [6].

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Ефективність як ємнісної, так і індуктивної передачі енергії можна підвищити, використовуючи системи бездротової передачі енергії в мегагерцевому діапазоні. Оскільки ємнісна передача потужності не викликає вихрових струмів та не потребує феритових компонентів, це дозволяє зменшити розмір і вагу системи. Однією з переваг використання магнітних полів є різниця у проникності та діелектричній проникності вільного простору, що забезпечує більшу ефективність індуктивної передачі потужності. Для забезпечення оптимальної ефективності системи безпровідної передачі енергії проведено зміну конфігурації випрямляча вторинної обмотки для підвищення ефективності роботи системи.

ДЖЕРЕЛА

1. Ullah, M.A., Keshavarz, R., Abolhasan, M., Lipman, J., Esselle, K.P., Shariati, N. A (2022). Review on Antenna Technologies for Ambient RF Energy Harvesting and Wireless Power Transfer: Designs, Challenges and Applications. *IEEE Access*, 10, 17231–17267.
2. Mai, R., Liu, Y., Li, Y., Yue, P., Cao, G., He Z. (2018). An Active-Rectifier-Based Maximum Efficiency Tracking Method Using an Additional Measurement Coil for Wireless Power Transfer. *IEEE Trans. Power Electron.*, 33, 716–728.
3. Cochran S., Costinett D. (2018, June). Frequency Synchronization and Control for a 6.78 MHz WPT Active Rectifier. In: *Proceedings of the 2018 IEEE 19th Workshop on COMPEL* (pp. 1–7). IEEE Press.
4. Boiko, J., Kałaczyński, T. (2021). Diagnostics, measurement and control of electrical parameters supercapacitors. *MATEC Web of Conferences*, 351, 01031.
5. Martynyuk, V. V., Voynarenko, M. P., Boiko, J. M., Svistunov, O. (2021). Simulation of photovoltaic system as a tool of a state's energy security. *International Journal of Engineering*, 34(2), 487-492.
6. Colak, K., Asa, E., Bojarski, M., Czarkowski, D., Onar, O.C. (2015). A Novel Phase-Shift Control of Semibridgeless Active Rectifier for Wireless Power Transfer. *IEEE Trans. Power Electron.*, 30, 6288–6297.



ОЛЕКСАНДР ГОРЧИЦЯ здобувач ступеню бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки, група TP2c-21-1, у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки в Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна), працює над кваліфікаційною роботою за темою «Система бездротової передачі енергії». Серед наукових інтересів — системи бездротової передачі енергії, методики збільшення постійної потужності бездротових зарядних пристроїв для портативних пристроїв.



ЮЛІЙ БОЙКО отримав ступінь доктора технічних наук за спеціальністю радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2015 році та вчене звання професора кафедри телекомунікацій та радіотехніки у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна) в 2018 році. Нині автор працює професором кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, факультету інформаційних технологій (Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна). Серед наукових інтересів — обробка сигналів, синхронізація, телекомунікації, кодування, електронні компоненти, діагностика.

МОБІЛЬНИЙ ДОСТУП ДО МОРСЬКОГО НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ MOODLE

Олена Дягилева¹, Альона Юрженко², Алла Пазяк²

¹Проректор з навчально-методичної роботи, доцент кафедри англійської мови з підготовки морських фахівців за скороченою програмою, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

ORCID: 0000-0003-3741-4066

E-mail: mz@ksma.ks.ua

²Начальник відділу міжнародних зв'язків, доцент кафедри англійської мови з підготовки морських фахівців за скороченою програмою, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

ORCID: 0000-0002-6560-4601

E-mail: yurzhenko.alona@ksma.ks.ua

³Фахівець відділу міжнародних зв'язків, викладач кафедри соціально-гуманітарних дисциплін та інноваційної педагогіки, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

ORCID: 0000-0002-7699-6428

E-mail: pazyakalla@gmail.com

***Анотація.** Дослідження присвячено аналізу використання платформи MOODLE під час підготовки та електронного навчання майбутніх фахівців морської галузі. Через військовий стан в Україні заклади вищої освіти вимушено проводять навчання онлайн, використовуючи різноманітні засоби діджиталізації. Платформа MOODLE, як один з передових інструментів електронного навчання, надає рішення, яке здатне задовольнити потреби сучасного морського навчання через мобільний доступ. Вивчення мобільного доступу до морського навчання через MOODLE дозволяє визначити ключові фактори успіху та виклики, з якими можуть зіткнутися освітні установи та їх студенти під час інтеграції цих технологій у освітній процес.*

Ключові слова: електронне навчання, професійна підготовка, MOODLE, діджиталізація, морські фахівці

I. ВСТУП

У сучасному світі, де технології розвиваються стрімкими темпами, освітній процес також зазнає значних змін. Особливе місце в цій трансформації займає дистанційне навчання, що дозволяє освоювати нові знання без необхідності фізичної присутності в аудиторії. Мобільний доступ до морського навчання через платформу Moodle Херсонської державної морської академії стає ключовим елементом у підготовці морських спеціалістів, дозволяючи курсантам отримувати та удосконалювати свої знання та навички, а саме, краще планувати свій освітній процес, повторювати пройдене у будь-якому місці та у будь-який час. Цифрові ресурси, такі як відеолекції, інтерактивні завдання та онлайн-симуляції, роблять навчання більш ефективним і зрозумілим [1].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для аналізу ефективності мобільного доступу до морського навчання за допомогою платформи Moodle було обрано декілька курсів, доступних на платформі, а саме “Філософія” (Рисунок 1) та “Морська англійська за професійним спрямуванням”[2]. Було враховано різні аспекти: зручність використання мобільної версії, доступність матеріалів курсу, рівень взаємодії між студентами та викладачами через мобільні пристрої, а також ефективність освітнього процесу. Дослідження базувалося на анкетуванні студентів і викладачів, аналізі статистичних даних використання платформи, а також методом спостереження за процесом навчання.



Рисунок 1. Вигляд секції електронного курсу “Філософія” на платформі Moodle у мобільному доступі

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результати дослідження показали, що мобільний доступ до морського навчання через Moodle має значний потенціал. Студенти відзначають високу зручність мобільної версії Moodle, що дозволяє їм доступ до навчальних матеріалів у будь-який час і з будь-якого місця. Викладачі, в свою чергу, підкреслюють зручність управління курсами та ефективність комунікації зі студентами. Аналіз статистичних даних виявив зростання активності студентів на платформі, особливо в мобільному сегменті, що свідчить про високу зацікавленість та мотивацію до навчання.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Мобільний доступ до морського навчання через Moodle має значний потенціал для підвищення якості освіти та ефективності освітнього процесу. Однак для досягнення найкращих результатів необхідно враховувати деякі виклики, такі як забезпечення стабільного інтернет-з'єднання, адаптація навчальних матеріалів для мобільних пристроїв та розробка інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів. Важливо продовжувати розробку та оптимізацію електронних курсів для мобільних пристроїв, щоб забезпечити високу якість навчання. Також необхідно враховувати безпеку даних та приватність користувачів при розробці мобільних освітніх ресурсів. Подальше вдосконалення мобільного доступу до морського навчання сприятиме формуванню висококваліфікованих морських спеціалістів, здатних ефективно працювати в динамічно змінюваному середовищі.

ДЖЕРЕЛА

1. mdl.ksma.ks.ua. (2024). Херсонська державна морська академія онлайн [online] Available at: <https://mdl.ksma.ks.ua/login/index.php> [Accessed 2 Feb. 2024].
2. Yurzhenko, A.Yu. (2019). AN E-COURSE BASED ON THE LMS MOODLE TO TEACH 'MARITIME ENGLISH FOR PROFESSIONAL PURPOSE'. Information Technologies and Learning Tools, 71(3), p.92. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v71i3.2512>.



ОЛЕНА ДЯГИЛЕВА закінчила у 2002 р. Херсонський державний педагогічний університет за спеціальністю «Початкове навчання. Педагогіка і методика середньої освіти. Англійська мова та література» та здобула кваліфікацію вчителя початкових класів, англійської мови та зарубіжної літератури. Закінчила у 2013 р. Херсонську державну морську академію за професійним спрямуванням «Судноводіння» та отримала кваліфікацію бакалавра помічника капітана. У 2015 р. отримала ступінь кандидата педагогічних наук за спеціальністю «Теорія і методика професійної освіти». З 2018 р. по теперішній час – проректор з навчально-методичної роботи Херсонської державної морської академії. Серед наукових інтересів – викладання морської англійської мови, комунікативна компетентність майбутніх судноводіїв та електронне навчання.



АЛЬОНА ЮРЖЕНКО закінчила Херсонський державний університет у 2012 році за спеціальністю «Гуманітарні науки. Мова і література (англійська)» та здобула кваліфікацію викладача англійської мови та зарубіжної літератури. З 2019 року – працює начальником відділу міжнародних зв'язків Херсонської державної морської академії. З 2020 року – к.п.н. за спеціальністю 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти». З 2023 року обіймає посаду доцента кафедри англійської мови з підготовки морських фахівців за скороченою програмою Херсонської державної морської академії. Серед наукових інтересів – гейміфікація, доповнена реальність, ІКТ у викладанні англійської мови, розвиток комунікативної компетентності, сталий розвиток в освіті, електронні курси, LMS MOODLE.



АЛЛА ПАЗЯК закінчила Херсонський державний університет у 2019 році за спеціальністю «Середня освіта» (Історія). Професійна кваліфікація – «Викладач історичних дисциплін. Вчитель історії». Магістр. З 2020 р. фахівець відділу міжнародних зв'язків ХДМА. З 2021 р. асистент, з 2023 р. викладач кафедри соціально-гуманітарних дисциплін та інноваційної педагогіки ХДМА. Серед наукових інтересів: використання інформаційних технологій в освіті, сталий розвиток в освіті, електронні курси, LMS MOODLE. Розробник дистанційного курсу підвищення кваліфікації «Змішане навчання як інноваційна форма організації освітнього процесу у закладах освіти» у Центрі неперервної освіти ХДМА «Інновації морської індустрії».

АЛГОРИТМ ВИКОРИСТАННЯ RFID-ТЕГІВ ДЛЯ ОБЛІКУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

Дмитро Загородній¹, Андрій Онищенко²

¹Студент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: dimahome8@gmail.com

²Професор кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-3194-1116

E-mail: andriy.onyshchenko@knu.ua

***Анотація.** У статті розглянуто різні типи RFID-тегів, які використовуються для моніторингу вантажів. Як RFID-теги використовуються для відстеження місцезнаходження, стану та інших характеристик вантажів. Переваги та обмеження використання RFID-тегів для моніторингу вантажів. Представлено алгоритм роботи моніторингу при переміщенні вантажів на основі RFID-тегів, що забезпечує повне управління логістичними процесами перевезення..*

Ключові слова: RFID-тег, логістика, перевезення, вантажі, алгоритм, ланцюжки постачань.

I. ВСТУП

У сучасному світі ланцюжки постачання стають все більш складними та глобалізованими. Це робить моніторинг вантажів на шляху їх пересування все більш важливою задачею. RFID-теги (радіочастотні ідентифікаційні теги) можуть стати ефективним інструментом для вирішення цієї задачі. RFID-теги (радіочастотні ідентифікаційні теги) стають все більш популярним інструментом для моніторингу вантажів. Ці невеликі, але потужні теги можуть бути прикріплені до будь-якого вантажу і використовуватися для його відстеження протягом всієї ланцюжка постачання.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

RFID-теги (радіочастотні мітки) – це невеликі пристрої, які використовуються для бездротового відстеження та ідентифікації об'єктів. Їх можна використовувати для обліку перевезення вантажів, роблячи його більш точним, ефективним та прозорим.

До основних методів, де RFID-теги можуть використовуватися для обліку перевезення вантажів, відносяться:

1. Відстеження та моніторинг.

Відстеження вантажів: RFID-теги можуть використовуватися для відстеження розташування вантажів у режимі реального часу. Це дозволяє вантажоперевізникам знати, де знаходиться їх вантаж, і гарантувати, що він прибуде вчасно.

Моніторинг стану вантажу: RFID-теги можуть використовуватися для моніторингу температури, вологості та інших умов навколишнього середовища під час транспортування. Це допомагає гарантувати, що вантаж перевозиться в безпечних та відповідних умовах.

2. Автоматизація.

Ідентифікація вантажів: RFID-теги можуть використовуватися для автоматичної ідентифікації вантажів при завантаженні, розвантаженні та перевезенні. Це економить час і зменшує ризик помилок.

Оформлення документів: RFID-теги можуть використовуватися для автоматичного оформлення документів, таких як накладні та митні декларації. Це робить процес перевезення вантажів більш економічним та ефективним.

3. Аналітика.

Аналітика даних RFID: Дані, зібрані з RFID-тегів, можуть використовуватися для отримання інформації про маршрути, поведінку водіїв, стан вантажу та інші фактори. Ця інформація може допомогти вантажоперевізникам оптимізувати свої операції, підвищити ефективність та знизити витрати.

До переваг використання RFID-тегів для обліку перевезення вантажів потрібно віднести:

- підвищення точності: RFID-теги виключають ризик помилок читання штрих-коду;
- підвищення ефективності: RFID-теги автоматизують процес обліку вантажів, що економить час і гроші;
- підвищення прозорості: RFID-дані можуть використовуватися для відстеження вантажів у режимі реального часу та отримання інформації про їх стан;
- підвищення безпеки: RFID-теги можуть допомогти запобігти крадіжкам вантажів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Для розробки та впровадження логістичної системи управління перевезеннями представимо алгоритм використання RFID-тегів для обліку вантажів, що буде складатись з наступних кроків:

1. Маркування вантажів.

- Кожному вантажу присвоюється унікальний RFID-тег.
- RFID-тег може бути прикріплений до вантажу за допомогою клею, скоб або інших методів.
- Інформація про вантаж, така як його тип, вага та місцезнаходження, може бути закодована в RFID-тегу. Додатково на RFID-тег може бути записана інша інформація про вантаж (тип вантажу, кількість, призначення, дата виготовлення, дата придатності, умови зберігання, історія переміщень, тощо).

2. Зчитування інформації.

- RFID-сканер використовується для зчитування інформації з RFID-тегів.
- Сканер може бути стаціонарним або портативним, зокрема для оптимізації контролю перевезень доречно встановити такі сканери на бортах вантажівки, що автоматизує процес обробки даних при вивантаженні чи завантаженні товару.
- Сканер може бути підключений до комп'ютера або мобільної пристрою.

3. Обробка інформації.

- Зчитана інформація обробляється програмним забезпеченням.
- Програмне забезпечення може: ідентифікувати вантаж; відстежувати його місцезнаходження; контролювати його стан; оновлювати інформацію про нього; формувати звіти.

4. Візуалізація даних.

- Дані про вантажі можуть бути візуалізовані за допомогою: дашбордів, звітів, карт.

5. Автоматизація процесів.

RFID-теги можуть використовуватися для автоматизації процесів, таких як: сортування вантажів; відстеження вантажів; контроль доступу; інвентаризація.

6. Інтеграція з іншими системами.

RFID-системи можуть бути інтегровані з іншими системами, такими як:

- Системи управління складом
- Системи планування ресурсів підприємства
- Системи відстеження та трасування

Візуальне представлення роботи алгоритму з фіксацією даних по RFID-тегах на кожному етапі обліку вантажів при переміщенні представлено на рисунку 1.

Переваги використання RFID-тегів для обліку вантажів:

- Підвищення точності: RFID-теги забезпечують точний облік вантажів, що мінімізує помилки.
- Економія часу: RFID-теги дозволяють автоматизувати процес обліку вантажів, що економить час і витрати.
- Підвищення безпеки: RFID-теги можуть використовуватися для запобігання крадіжкам та шахрайству.
- Покращення прозорості: RFID-теги дозволяють відстежувати вантажі в реальному часі, що покращує прозорість ланцюжка постачання.

Обмеження використання RFID-тегів для обліку вантажів:

- Вартість: RFID-теги та обладнання для їх зчитування можуть бути дорогими.
- Відсутність універсальності: Існує багато різних типів RFID-тегів, які не завжди сумісні один з одним.
- Конфіденційність: Використання RFID-тегів може порушити конфіденційність, оскільки вони можуть використовуватися для відстеження переміщення людей.

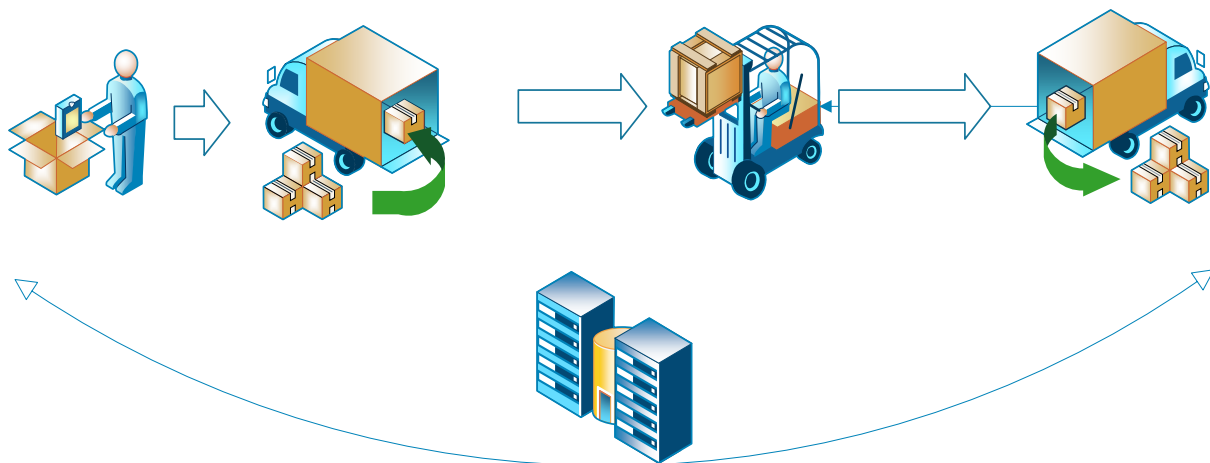


Рисунок 1. Алгоритм використання RFID-тегів для обліку вантажів

IV. ВИСНОВКИ

RFID-теги можуть стати ефективним інструментом для моніторингу вантажів. Їх використання може допомогти вам підвищити видимість, ефективність та безпеку ланцюжків постачання. Використання RFID-тегів для обліку вантажів має ряд переваг, які можуть допомогти підприємствам покращити свою ефективність та безпеку.

Важливо зрозуміти переваги та обмеження використання RFID-тегів перед впровадженням їх у конкретному застосуванні.

ДЖЕРЕЛА

1. Giorgia Casella, Barbara Bigliardi, Eleonora Bottani, The evolution of RFID technology in the logistics field: a review, *Procedia Computer Science*, Volume 200, 2022, Pages 1582-1592, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.359>
2. C.K.M. Lee, T.M. Chan, Development of RFID-based Reverse Logistics System, *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 5, 2009, Pages 9299-9307, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.002>.



ДМИТРО ЗАГОРОДНІЙ отримав ступінь бакалавра комп'ютерної інженерії у Національному Університеті Біоресурсів і Природокористування (Київ, Україна) в 2022 році. Нині здобуває ступінь магістра на кафедрі інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Свою кар'єру почав в 2021 році в ДП "ІНФОТЕХ" на посаді Python Backend Developer. З 2022 року працює в ДП "ІЦПОПФУ" на посаді мережевого інженера



АНДРІЙ ОНИЩЕНКО – доктор економічних наук (2012), професор (2021). фахівець у галузі математичного моделювання. Закінчив Полтавський педагогічний університет (2000). Від 2003 працював у Полтавському технічному університеті; від 2011 – у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут»; від 2014 – професор кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Наукові дослідження: математичне моделювання сталого розвитку, математичне моделювання еколого-економічних взаємодій.

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ Й ПОСУШЛИВОГО КЛІМАТУ В УКРАЇНІ

Ольга Кравченко¹, Юлія Легойда²

¹К.т.н., доцент, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

²Студентка, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-2464-2835

E-mail: JuliyaScarlet83@gmail.com

***Анотація.** У даній роботі було розглянуто ефективність систем автоматизації для забезпечення сталого водопостачання в умовах військової агресії й посушливого клімату в Україні. Зокрема, обговорювалися технології та стратегії, спрямовані на оптимізацію роботи насосних станцій, автоматизацію процесів контролю та управління водопостачанням, а також вплив екстремальних природних умов та воєнних дій на функціонування цих систем. Досліджено можливості використання сучасних технологій для забезпечення надійності, ефективності та стійкості водопостачання, необхідного для забезпечення життєво важливих потреб населення під час кризових ситуацій.*

***Ключові слова:** автоматизація, насосна станція, водопостачання, посухи, IoT-технології*

I. ВСТУП

Одним із важливих аспектів життя людей є забезпечення водних ресурсів не лише для власного споживання, але й для збереження родючості ґрунтів. Методи сучасної війни завдають набагато більшого руйнування навколишньому середовищу. Рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд, навмисне затоплення підривом Каховської ГЕС та бойові дії в основному пошкоджують ґрунтовий покрив та робить непридатним для використання. Що саме важливо, воєнні конфлікти можуть призвести до значних змін в кліматі, наприклад, зменшення опадів, що може спричинити посуху, як це наразі дуже помітно у східних регіонах України. Дуже важливо розуміти, що саме аграрний сектор відіграє ключову роль у забезпеченні продовольства для власного населення та експорту продукції на зовнішньому ринку.

Завдяки постійному розвитку технологій та інформаційних систем, виникають нові можливості для ефективного управління та контролю подачі води в аграріях. Однією з таких можливостей є розробка автоматизації насосних станцій для забезпечення водопостачання на полях, де вирощують сільськогосподарські культури. Дана розробка буде вкрай важлива перш за все для фермерів, адже це дає можливість мінімізувати присутність самої людини на полях, де наразі, під час війни, є небезпечним а іноді й неможливим.

У випадку даної системи, завдяки IoT (Internet of Things) пристрої такі як: датчики рівня води, мікроконтролери, насоси та інші вкрай важливі компоненти можуть бути підключені до мережі та взаємодіяти між собою. Це дозволяє створювати розумну систему управління та приймати рішення щодо управління насосами для забезпечення оптимального рівня води,

отримувати дані про стан системи, виконувати дистанційний моніторинг та керування, зменшити витрати води через недоліки у процесі ручного управління.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Система автоматизації насосних станцій для забезпечення водопостачання має одну з головних складових - водонапірна башта, яка призначена для регулювання розходу і тиску води в водонапірній мережі, створення її запасу та вирівнювання графіка роботи насосних станцій.

Водонапірна башта складається з резервуара водонапірної опори та кришки з люком для огляду. Всередині до стінок резервуара прикріплені скоби для утримання льоду і скоби для спуску обслуговуючого персоналу. Для підйому на башту є зовнішня сходовая конструкція з захисними огорожами. Об'єм вежі коливається від 10 до 150 м³.

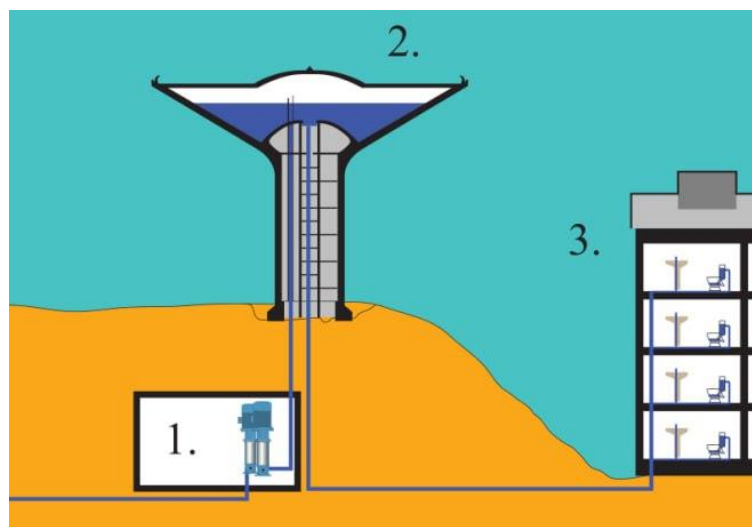


Рисунок 1. Водонапірна башта у розрізі
1 – насос, 2- резервуар з водою, 3-споживачі води

Для даної системи варто розрахувати не лише потужність датчиків, але й параметри самої такої конструкції. Було проведено експериментальне дослідження на різних моделях веж із різними параметрами. Головними критеріями виділяють час наповнення башти, тиск в системі та потужність насосів.

Формула визначення часу, за який башта наповнювалася водою після запуску насосної станції (t):

$$t = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

де V - об'єм башти, Q -робочий об'єм насосів.

Формула вимірювання тиску в системі в залежності від розміру та висоти башти:

$$P = \rho gh \quad (2)$$

Де ρ – густина рідини, g – прискорення вільного падіння, h - висота водного стовпа.

Формула визначення потужності насосів, необхідна для наповнення башти до потрібного рівня:

$$P_{\text{насос}} = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta} \quad (3)$$

де ΔP – різниця тиску в системі, η – ефективність насосу.

Ці дані та формули дозволяють краще розуміти вплив розміру та висоти башти на ефективність автоматизованої системи насосної станції та розробляти оптимальні рішення щодо їх використання в аграрному секторі.

У розробці даної системи можуть бути використані різні мікроконтролери, залежно від вимог потреб проекту. Найпопулярніші мікроконтролери, які можна використовувати: Arduino, Raspberri Pi, ESP8266, ESP32, Particle Photon. Ці мікроконтролери підходять до даної системи тим, що вони мають підтримку досить широкого спектру датчиків та актуаторів, потужні, економні та легко інтегруються із хмарними платформами.

Для вимірювання рівня води або наявності води в ємності чудовими прикладами датчиків є: поплавкові, кондуктивні, ультразвукові та конденсаторні датчики.

Насоси у даній системі виконують дуже важливу роль, і без них неможливо здійснювати основні функції даної системи. Фермери використовують різні види насосів, серед них можна згадати відцентрові, поверхневі, погрузні, дозуючі насоси. Розглядаючи, звідки викачувати воду, можна обрати насос, що відповідає нашим потребам.

Головним елементом в IoT є комунікаційний модуль. За допомогою нього можна забезпечити зв'язок та передачу даних між різними компонентами. Як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, NB-IoT, GSM/GPRS забезпечують широкі можливості для зв'язку із центральним контролером або хмарною платформою, що дозволяє віддалено контролювати та керувати нашою системою. Останній модуль є більш доречним у нашому випадку, оскільки використовується для передачі даних через мобільну мережу. Вони дозволяють забезпечити зв'язок із віддаленими пристроями навіть у відсутність Wi-Fi або провідного Інтернету. Це може бути корисно у віддалених місцях або там, де встановлення провідного зв'язку є незручним.

Інтернет речей (IoT) передбачає використання різноманітних платформ для збору, збереження та аналізу даних, керування пристроями та реалізації функцій зв'язку в мережі. Ми оглянули надзвичайно чудову платформу Blynk від американської технологічної компанії Blynk Technologies Inc.

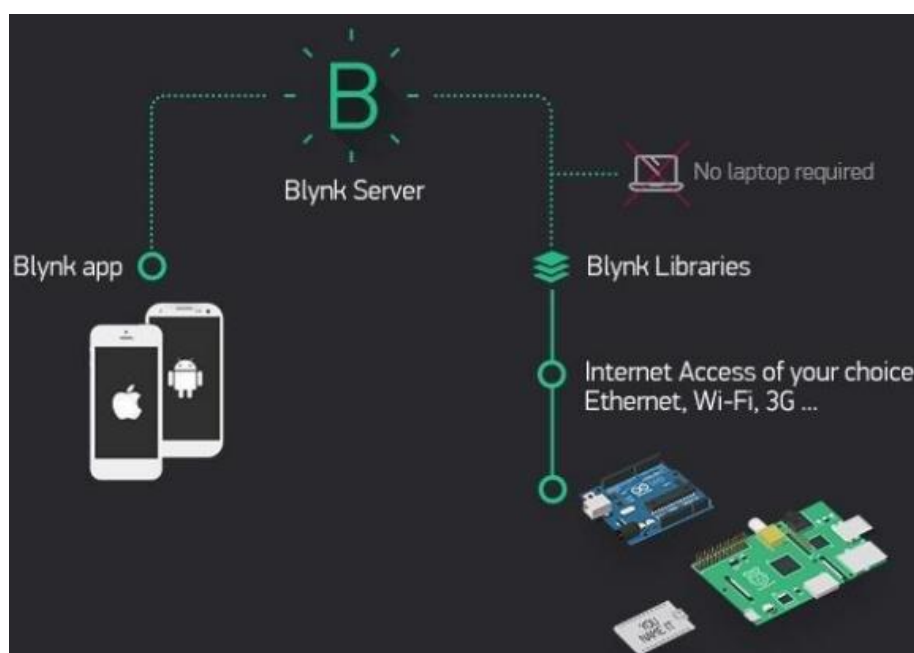


Рисунок 2. Схема підключення пристроїв до платформи Blynk.

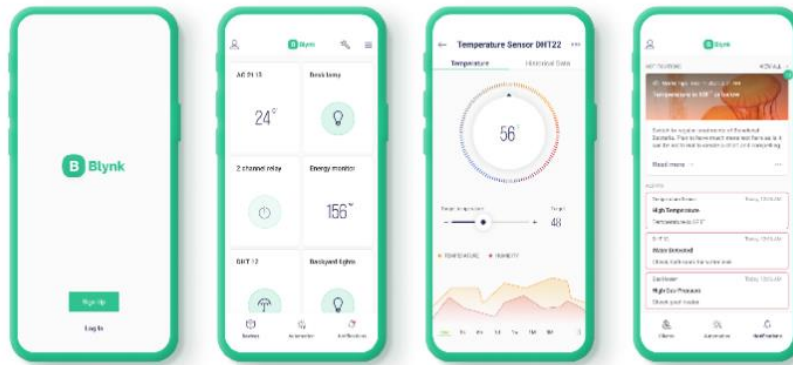


Рисунок 3. Зовнішній вигляд платформи на мобільному пристрої

Blynk – це мобільна платформа для розробки додатків IoT, яка дозволяє зручно керувати та моніторити підключені пристрої на відстані. Вона має інтуїтивний інтерфейс та можливість інтеграції з різними мікроконтролерами та протоколами зв'язку. Також є можливість перемкнути мову на українську, що надасть користувачам, які мають труднощі із мовним бар'єром вільно та легко використовувати додаток та систему загалом.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Після впровадження системи автоматизації насосних станцій для забезпечення водопостачання з використанням водонапірних веж і IoT-технологій в аграрному секторі були отримані деякі важливі результати та проведений аналіз їх ефективності.

Завдяки використанню новітніх технологій та Інтернету речей, надана можливість забезпечити стаке та надійне водопостачання для сільськогосподарських культур навіть у випадках обмеженості ресурсів та непередбачуваних умовах, які можуть виникнути через російське вторгнення в Україну, що призводить до посушливого клімату. Система IoT дозволяє здійснювати моніторинг та керування водопостачанням з використанням розумних алгоритмів, що дозволяє оптимізувати використання водних ресурсів та зменшити їх втрати.

Автоматизація процесів управління насосними станціями дозволяє зменшити присутність людини на полях, що стає небезпечним у зоні військової агресії та знижує ризик помилок чи недоліків у процесі управління. Ефективне використання водних ресурсів та оптимізоване керування поливом сприяють підвищенню врожайності та якості сільськогосподарських культур.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Використання системи автоматизації насосних станцій для забезпечення водопостачання надає можливість на відстані контролювати та здійснювати сталий полив українських полів під час посухів та дозволяє зберігати людські ресурси в безпеці під час військового конфлікту. За допомогою даної системи, держава може здійснювати експорт культур на зовнішній ринок, оскільки експорт українського зерна – велика частина економіки України.

Аналіз результатів показує, що впровадження автоматизованих систем на основі IoT-технологій у сільське господарство є важливим кроком у забезпеченні сталого водопостачання, підвищенні продуктивності та зменшенні впливу негативних факторів на сільське господарство. Також це є чудова можливість показати Україну як країну, що невпинно розвивається не лише у агрокультурі, але й у сфері інформаційних технологій

навіть під час війни та заохочувати іноземних інвесторів співпрацювати. Однак, для максимальної ефективності системи необхідно продовжувати дослідження та вдосконалювати її функціонал за допомогою новітніх технологій та методів.

ДЖЕРЕЛА

1. Статистичне дослідження кількості IoT та не IoT пристроїв компанією IoT ANALYTICS. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time/>] (дата звертання: 18.01.2024)
2. Дослідження Transforma Insights , дослідницької фірми, стосовно кількості під'єднаних IoT пристроїв у світі. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://transformainsights.com/news/iot-market-24-billion-usd15-trillion-revenue-2030>] (дата звертання: 25.01.2024)
3. Дослідження областей застосування IoT. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/>] (дата звертання: 10.02.2024)
4. Водонапірна башта. Опис системи [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%B5%D0%B6%D0%B0] (дата звертання: 10.02.2024)
5. Blynk: a low-code IoT software platform. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://blynk.io/>] (дата звертання: 17.02.2024)
6. Warren J.-D., Adams A., Molle H.(2011) Arduino Robotics [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://ecspwfacweb.ecs.csus.edu/~dahlquid/eee174/S2016/handouts/Labs/ArduinoLab/ArduinoInfo/Arduino%20Robotics.pdf>] (дата звертання: 18.02.2024)
7. Fardapaper Internet of Things a survey on enabling technologies protocols and applications: [Електронний ресурс] // Режим доступу: [<https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2018/10/Fardapaper-Internet-of-Things-A-Survey-on-Enabling-Technologies-Protocols-and-Applications.pdf>] (дата звертання: 19.02.2024)
8. Розрахунок тиску рідини на дно і стінки посудини [Електронний ресурс] – Режим доступу: [<https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/3383>] (Дата звернення: 22.02.2024)



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.



ЮЛІЯ ЛЕГОЙДА отримала повну загальну середню освіту у Теплицькій загальноосвітній школі (сmt. Теплик, Вінницька обл., Україна) і претендує на ступінь бакалавра розробки систем інтернет речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Серед наукових інтересів – системи інтернету речей та розробка комплексних систем.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ ДОНОРІВ КРОВІ

Катерина Мелюхіна¹, Мирослава Гладка²

¹Студентка, кафедра біомедичної інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: bs02-mks-fbmi24@iit.kpi.ua

²Доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5233-2021

E-mail: myroslava.gladka@knu.ua

***Анотація.** Додаток "Donor Blood Life" є інноваційним рішенням для координації донорів крові. Він надає можливість зручно реєструватися, керувати профілем, отримувати корисну інформацію про донорство крові, реєструватися на донацію, шукати найближчі центри крові та вести календар донацій. Завдяки цим функціям, додаток сприяє розвитку донорської культури та забезпечує стабільний потік крові для медичних потреб.*

Ключові слова: донорство крові, додаток, реєстрація, координація, запис.

I. ВСТУП

У світі, де кожна хвилину може знадобитися кров, створення додатку, який робить процес донорства крові легким та ефективним, є важливим та необхідним викликом. Головна місія такого додатку – зберегти життя та покращити здоров'я, забезпечуючи можливість зареєструватися в якості донора крові та знайти найближчий центр збору крові, а пацієнти, що потребують крові чи плазми можуть розмістити свій запит у застосунку. Він забезпечить зручність, безпеку та ефективність у процесі донорства, допомагаючи вам врятувати життя одного чи кількох людей. У статті представлено інноваційний додаток, призначений для донорів крові.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Програмний застосунок для донорства крові розроблений для використання на мобільних пристроях що працюють на операційній системі Android.

Основні функції системи в повній мірі забезпечують усі функції необхідні для координації донорів та банків збору крові.

Реєстрація нових донорів. Користувачі можуть легко зареєструватися в додатку, надавши основну інформацію, таку як ім'я, прізвище, дату народження, контактні дані та групу крові, як показано на рисунку 1. Після введення цієї інформації користувач створює особистий профіль у системі.

Після успішної реєстрації користувач отримує доступ до всіх функцій додатку, включаючи перегляд історії донацій, запис на нові донації, відстеження свого графіка донацій та інші корисні можливості.



Рисунок 1. Реєстрація в додатку

Профіль користувача. Користувач створює профіль, приклад якого можна побачити на рисунку 2. Вказує особисті дані, такі як ім'я, прізвище, контактні дані, група крові та інша медична інформація. Ці дані зберігаються в базі даних для забезпечення ефективної координації донорів та швидкого доступу до необхідної інформації.

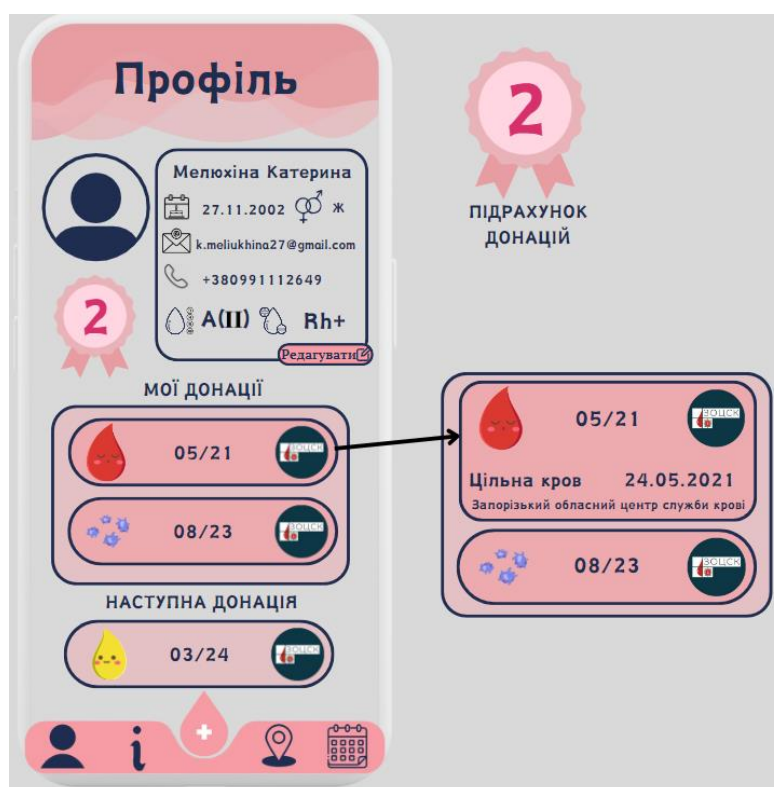


Рисунок 2. Розділ «Профіль користувача»

Користувач може переглядати свою історію попередніх донорств крові, включаючи дати та типи донорств. Інформація про попередні донорства допомагає відстежувати активність та мотивує до подальшого донорства.

Користувач може переглядати інформацію про заплановані донорські акції, включаючи дату та місце проведення. Функція нагадувань допомагає вчасно з'явитися на запланованих донорських акціях.

Додаток автоматично підраховує кількість донорських акцій користувача та відображає цю інформацію в їхньому профілі. Користувачі, які досягли певного числа донорських акцій, можуть претендувати на звання почесного донора, що підвищує їхній статус та мотивацію до подальшого донорства.

Донорська енциклопедія:

У розділі "Донорська енциклопедія" користувачі можуть отримати всебічну інформацію про донорство крові, включаючи види донорських акцій, причини здачі крові, інформацію про потреби та хто може/не може стати донором.

Реєстрація на донорську акцію:

Користувачі можуть легко і зручно записатися на донорську акцію крові безпосередньо через додаток як показано на рисунку 3. Після входу в обліковий запис, користувачі мають доступ до розділу "Реєстрація на донорську акцію", де вони можуть обрати зручний для себе час та місце проведення донорської акції. Додаток пропонує список доступних дат та часів для реєстрації, а також відображає центри крові.

Після вибору дати та місця донорської акції, користувач підтверджує свою реєстрацію, і інформація про цю донорську акцію зберігається у профілі користувача.



Рисунок 3 Реєстрація на донорську акцію

Ця функція спрощує процес реєстрації на донорство крові, роблячи його доступним та зручним для всіх бажаючих допомогти. Вона також допомагає забезпечити постійний потік крові для медичних закладів, де це потрібно.

Карта з центрами крові:

Додаток також містить карту, яка відображає інформацію про кожен центр збору крові. Користувачі можуть легко фільтрувати центри за областю та місцезнаходженням, а потім переглядати інформацію про обраний центр, включаючи графік роботи, контактні дані та надані послуги.

Календар донорств:

У розділі "Календар донорств" користувачі можуть переглядати свій графік донорств крові, який включає як майбутні, так і минулі донорства. Після успішної реєстрації на донорство, інформація автоматично додається до календаря, де вона відображається як планована подія або вже відбулася донорство. Користувачі можуть легко переглядати свій календар донорств, в якому вказані дати та часи як майбутніх, так і минулих донорств, що дозволяє вести облік своєї донорської діяльності та спостерігати за її розвитком.

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Додаток Donor Blood Life присвячений збільшенню свідомості про донорство крові та забезпеченню стабільних запасів крові в медичних закладах. Наш додаток сприяє розвитку донорської культури, роблячи процес донорства крові зручним та доступним для кожного. Безцінний внесок наших користувачів допомагає рятувати життя та підтримувати здоров'я в нашій спільноті.

ДЖЕРЕЛА

1. Система рекрутингу та управління донорами крові, розроблена з метою популяризації донорського руху в Україні URL: <https://www.donor.ua/>



КАТЕРИНА МЕЛЮХІНА студентка 4 курсу комп'ютерних наук Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна). Свою кар'єру почала в 2021 році в Комп'ютерній академії Крок на посаді викладач ІТ-дисциплін. Нині авторка працює в німецькій фірмі Saarstahl AG (Фольклінген, Саарланд, Німеччина), у напрямку ІТ, відділа управління ліцензіями.



МИРОСЛАВА ГЛАДКА к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. З 2004 року почала свою викладацьку кар'єру на посаді асистента кафедри інформаційних систем у Національному університеті харчових технологій. Паралельно з викладацькою роботою працювала на посадах аналітика, керівника проєктів, консультанта з впроваджень у провідних компаніях ІТ галузі. Досвід практичної роботи понад 10 років.

РОЗРОБКА ІОТ СИСТЕМИ АВТОСАЛОНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ АВТО

Микола Миронюк¹, Олена Сіпко²

¹студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0008-9795-5423

E-mail: muronuk2012@gmail.com

²доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1385-119X

E-mail: sipko.olena@knu.ua

***Анотація.** Ця робота представляє детальний аналіз впливу IoT на роздрібну торгівлю автомобілями, виявляючи значне поліпшення після впровадження системи. Вона висвітлює, як інтеграція IoT підвищує обсяги продажів, оптимізує управління запасами та збільшує задоволеність клієнтів. Дослідження використовує емпіричні дані для підкреслення стратегічного значення IoT в підвищенні ефективності та конкурентоспроможності автосалонів, показуючи позитивну кореляцію між прийняттям IoT та оперативною діяльністю.*

Ключові слова: інтернет речей (IoT), автомобільна роздрібна торгівля, ефективність продажів, управління запасами, задоволеність клієнтів.

I. ВСТУП

У сучасній епісі цифровізації, Інтернет речей (IoT) трансформує парадигми ведення бізнесу, надаючи безпрецедентні можливості для збору, аналізу та використання даних. IoT означає інтеграцію фізичних об'єктів з сенсорами, програмним забезпеченням та іншими технологіями для зв'язку та обміну даними з іншими пристроями та системами через Інтернет. Це дозволяє створювати інтелектуальне середовище, де машини, аналізуючи накопичені дані, можуть автономно приймати рішення, підвищуючи ефективність процесів без безпосередньої участі людини. Впровадження IoT в автосалони відкриває нові горизонти для оптимізації бізнес-процесів, підвищення ефективності продажів та надання високоякісних послуг клієнтам. Застосування IoT систем дозволяє автосалонам автоматизувати збір даних про стан автомобілів на складі, відвідуваності, попиту на певні моделі, а також вподобаннях клієнтів. Це, у свою чергу, сприяє формуванню персоналізованих пропозицій, оптимізації логістики та складського господарства, зменшенню часу на обслуговування клієнтів та підвищенню загальної задоволеності споживачів.

Актуальність впровадження IoT систем у сфері автомобільних продажів обумовлена стрімким розвитком цифрових технологій та зростаючими вимогами споживачів до якості сервісу і персоналізації пропозицій. Ринок автомобілів, що характеризується високою конкуренцією, вимагає від автосалонів не тільки пропонувати якісні товари, а й надавати ексклюзивний сервіс. В цьому контексті, IoT системи виступають не просто як інструмент оптимізації внутрішніх процесів, а як стратегічний актив, здатний значно підвищити конкурентоспроможність автосалону на ринку.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У контексті розробки IoT системи для автосалону, збір та аналіз даних є фундаментальними аспектами, що забезпечують інформаційну підтримку прийняття рішень і оптимізацію бізнес-процесів. Для ефективної реалізації цих завдань використовуються різноманітні види даних, зібраних за допомогою IoT пристроїв та сенсорів, встановлених в автосалоні та на його території.

Застосування відеоаналітики та сенсорів руху дозволяє фіксувати кількість відвідувачів, їхні траєкторії руху в приміщенні, періоди пікової відвідуваності. Ці дані використовуються для аналізу потоків клієнтів і оптимізації розкладу роботи консультантів. Інтеграція сенсорів в експоновані автомобілі дозволяє отримувати інформацію про інтерес клієнтів до конкретних моделей, зокрема, частоту переглядів, взаємодію з автомобілем (відкриття дверей, включення ігніції тощо). Застосування мобільних додатків та веб-аналітики дозволяє збирати дані про переваги споживачів, історію їхніх запитів, відгуки про моделі автомобілів, а також відстежувати взаємодію з онлайн-платформою автосалону.

Методи аналізу даних в контексті IoT систем для автосалонів охоплюють застосування комплексних алгоритмів машинного навчання та глибокого аналізу, спрямованих на оптимізацію продажів та покращення сервісу. Основні методики включають[3]:

1. Прогнозування попиту на автомобілі: Використання алгоритмів машинного навчання, таких як регресійні моделі, дерева рішень та нейронні мережі, для аналізу історичних даних про продажі та взаємодію з автомобілями, з метою прогнозування майбутнього попиту на певні моделі.
2. Оптимізація запасів: Застосування алгоритмів оптимізації для визначення оптимального рівня запасів кожної моделі автомобіля в автосалоні, враховуючи прогнозований попит та час доставки нових автомобілів.
3. Аналіз ефективності продажів: Використання технік дата майнінгу та аналітики для виявлення ключових факторів, що впливають на успішність продажів, включно з аналізом поведінки клієнтів, ефективністю рекламних кампаній та впливом сезонних коливань.

Для розгортання IoT системи в автосалоні, архітектурне проектування відіграє критичну роль, визначаючи як збір, так і обробку даних, їхню безпеку, а також шкалювання системи. Розглянемо детальніше ключові аспекти архітектури IoT системи:

1. Розподілена архітектура vs Централізована архітектура. Ця теза передбачає порівняння двох фундаментальних архітектур. Розподілена архітектура означає, що обробка даних відбувається як на краю мережі (edge computing), так і в центральному хмарному сховищі. Це зменшує затримку в обробці даних, розподіляє навантаження та підвищує надійність системи шляхом мінімізації залежності від центрального сервера. Централізована архітектура зосереджує всю обробку даних в одному центральному місці, зазвичай в хмарі. Це спрощує управління даними та інтеграцію з іншими системами, але може створювати вузькі місця та збільшувати затримку в обробці даних [1].

2. Мікросервісна архітектура. Мікросервісна архітектура полягає у розбитті системи на незалежні компоненти (мікросервіси), кожен з яких виконує свою функцію. Це забезпечує гнучкість у розробці та деплоїменті, дозволяє незалежно масштабувати компоненти системи та полегшує внесення змін або оновлень без впливу на інші частини системи [1].

3. Протоколи зв'язку. Вибір протоколів зв'язку між компонентами IoT системи та зовнішніми інтерфейсами критично впливає на ефективність та безпеку системи. Популярні протоколи включають MQTT для легкого та ефективного меседжингу, CoAP для пристроїв з обмеженими ресурсами та HTTP/HTTPS для загальної сумісності та інтеграції з веб-сервісами [2].

4. Безпека. Безпека є критичним аспектом в архітектурі IoT системи, що включає захист від несанкціонованого доступу, забезпечення конфіденційності даних та цілісності інформації. Це досягається за допомогою застосування шифрування на рівні транспорту та даних, аутентифікації та авторизації користувачів та пристроїв, а також регулярного аудиту та моніторингу системи.

5. Інтеграція з існуючими системами. Ефективна архітектура IoT передбачає гладку інтеграцію з існуючими бізнес-процесами та інформаційними системами автосалону. Це включає розробку API для взаємодії з зовнішніми системами, такими як CRM та ERP, для обміну даними та автоматизації процесів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

В теоретичній перспективі, інтеграція IoT систем у сфері продажу автомобілів відкриває широкі можливості для покращення ефективності продажів. На основі досліджень та аналізу потенційних результатів можна очікувати позитивні ефекти. Застосування алгоритмів машинного навчання до даних, зібраних через IoT, дозволяє виявляти шаблони попиту та поведінки споживачів, сприяючи більш цілеспрямованим і ефективним продажам. Такий підхід може теоретично підвищити продажі автомобілів, адаптуючи пропозиції до індивідуальних потреб та переваг клієнтів, що, в свою чергу, збільшує конверсію та загальний об'єм продажів, це можна побачити на Рисунку 1.

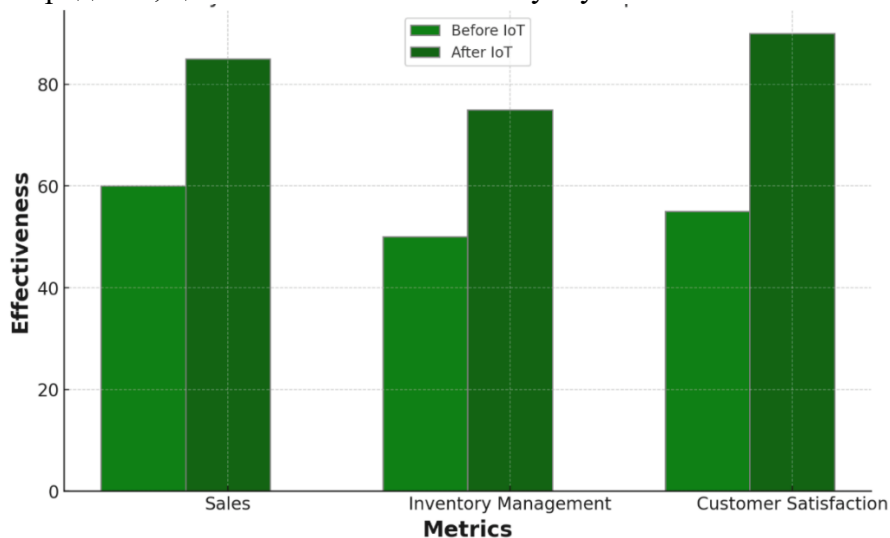


Рисунок 1. Аналіз потенційних результатів впровадження IOT[1]

Дані, представлені на графіку, відображають теоретичний аналіз потенційного впливу інтеграції IoT (Інтернету речей) технологій на ефективність автосалонів. На рахунок продаж, то впровадження IoT може значно збільшити продажі завдяки здатності точніше аналізувати потреби клієнтів та попит на певні моделі автомобілів. Інтелектуальний аналіз даних дозволяє автосалонам прогнозувати, які моделі будуть найпопулярнішими, та оптимізувати свої запаси відповідно. Це також допомагає у персоналізації маркетингових стратегій та пропозицій, підвищуючи шанси на продаж. Якщо ж казати про управління запасами, то IoT технології дозволяють автосалонам вести точний облік запасів в реальному часі, зменшуючи надлишки та дефіцити. Системи можуть автоматично замовляти нові автомобілі або запчастини, виходячи з аналізу трендів продажів та попиту. Це підвищує ефективність управління запасами, мінімізуючи витрати на зберігання та забезпечуючи наявність найбільш затребуваних моделей.

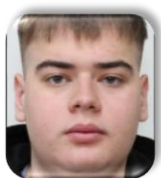
IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

В контексті динамічно сформованого цифрового ландшафту, інтеграція IoT (Інтернету речей) у роздрібну торгівлю та автомобільну індустрію відкриває нові горизонти для оптимізації бізнес-процесів і підвищення конкурентоспроможності. Особливо в автосалонах, де вимоги до ефективності продажів і задоволеності клієнтів постійно зростають, IoT надає безпрецедентні можливості для інновацій.

Аналіз показує, що впровадження IoT систем може значно збільшити продажі, оптимізувати управління запасами та підвищити рівень задоволеності клієнтів. У контексті сучасних тенденцій, спостерігається збільшення використання інтелектуальних технологій для збору даних в реальному часі, що дозволяє реагувати на зміни в попиті та поведінці споживачів з неперевершеною точністю та швидкістю. IoT не просто забезпечує автосалонам інструменти для підвищення продажів і ефективності; воно також відкриває шлях для розробки нових бізнес-моделей та служб, які можуть розширити їхній ринковий потенціал. Використання аналітики великих даних і машинного навчання може допомогти ідентифікувати нові ніші ринку або персоналізувати пропозиції для конкретних сегментів клієнтів. Такі інновації не лише підвищують конкурентоспроможність автосалонів але й сприяють створенню більш стійкого та клієнтоорієнтованого бізнесу. Інтеграція IoT у автосалонах не тільки підвищує ефективність продажів та управління запасами але й відіграє ключову роль у формуванні майбутнього роздрібною торгівлі автомобілями. Як показує аналіз, використання інтелектуальних технологій дозволяє автосалонам не просто виживати в умовах жорсткої конкуренції, але й відкриває нові можливості для зростання та інновацій. Однак для реалізації цього потенціалу важливим є не лише впровадження технологій, але й розробка стратегічних підходів до їх використання, з акцентом на аналітику даних, кібербезпеку та кастомізацію досвіду споживачів. Враховуючи ці фактори, автосалони можуть максимально використати переваги IoT для підвищення своєї конкурентоспроможності та задоволення вимог сучасних споживачів.

ДЖЕРЕЛА

1. Коробейнікова Т., Іськович Т. ОРГАНІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ IoT В ПРОТОКОЛЬНОМУ СТЕКОВІ. *Grail of science*. 2023. № 27. С. 341–346. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.053>(дата звернення: 28.02.2024).
2. Data handling and analytics / P. R. Gunjal et al. *Internet of things*. Boca Raton, 2024. P. 168–206. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003282945-4>(date of access: 28.02.2024).
3. Journal I. *Internet of things*. *Interantional journal of scientific research in engineering and management*. 2024. Vol. 08, no. 01. P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.55041/ijsrem28252>.



МИРОНЮК МИКОЛА працює над здобуттям ступеня бакалавра інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2023 році. Серед наукових інтересів – розробка та оптимізація алгоритмів управління для систем Інтернету речей, Дослідження проблем безпеки в мережі Інтернет речей та розробка заходів захисту.



ОЛЕНА ШЧКО отримала диплом спеціаліста за спеціальністю інженер-системотехнік у Черкаському державному технологічному університеті в 2006 році. Отримала ступінь кандидата технічних наук з інформаційних технологій в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в 2016 році. Нині автор працює на посаді доцента кафедри інформаційних технологій і систем в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів – штучний інтелект, інтернет речей.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТА ДЛЯ ПЕРЕМОТУВАННЯ ПЛІВКИ

Ольга Нечипоренко¹, Даниїл Семененко², Юрій Нетакхата³

¹Доцент кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна
ORCID: 0000-0002-3954-3796

E-mail: olne@ukr.net

²Здобувач вищої освіти другого рівня, кафедра робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: Titanfall@ukr.net

³Здобувач вищої освіти другого рівня, кафедра робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: yu.v.netakhata.fitis23@chdtu.edu.ua

***Анотація.** Проект досліджує питання оптимізації процесу перемотування плівки у виробничому процесі за допомогою сучасних технологій. Зокрема використання контролера FATEK FBs-40MAJ для досягнення точного та динамічного керування рухом обладнання та програмного забезпечення EasyBuilder, що є платформою для конфігурації та моніторингу виробничого обладнання. Використання віддаленого управління забезпечує підвищення продуктивності та точності управління процесами виробництва.*

Ключові слова: оптимізація технологічних процесів, контролер FATEK, віддалене управління.

I. ВСТУП

Конкурентоспроможність сучасних підприємств суттєво залежить від темпів впровадження на них наукомістких інтелектуальних, цифрових і мережових технологій. Їх використання дозволить як значно збільшити продуктивність і надійність технологічних систем, так і підвищити якість виготовленої продукції.

Основною тенденцією розвитку цього напрямку є удосконалення виробничих систем за концепціями «Індустрії 4.0» та «розумного виробництва», які базуються на використанні кіберфізичних систем для керування усіма процесами життєвого циклу виробів у режимі реального часу [1].

Віддалене управління стає ключовим аспектом в епоху глобального виробництва, де ефективність та точність рішень є визначальними для підвищення конкурентоспроможності підприємства [2].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Розвиток автоматизації на сучасному етапі характеризується розширенням арсеналу технічних засобів і, як наслідок, багатоваріантністю розв'язань задач автоматизації виробничих процесів [1]. Наш проект присвячений оптимізації процесу перемотування плівки, є важливим кроком у напрямку використання сучасних рішень для підвищення продуктивності та забезпечення ефективного управління виробництвом.

Нижнім рівнем таких інтелектуальних виробничих систем є технічні засоби автоматизації, призначені для виконання широкого кола завдань зі збору інформації про хід технологічних процесів, а також реалізації зворотних зав'язків у автоматизованих системах керування технологічними процесами за рахунок регулювання технологічних режимів, параметрів виконавчих механізмів. Для виконання притаманних функцій технічні засоби автоматизації мають відповідати вимогам точності, надійності, економічності. Перелічені параметри забезпечуються високим рівнем технології та організації виробництва [1].

Аналізуючи внутрішні та зовнішні фактори, було проведено обґрунтування необхідності оптимізації процесу перемотування плівки. Цей аналіз дозволив визначити конкретні вимоги до нового верстату, такі як швидкість роботи, розмір оброблюваної плівки та можливості автоматизації для підвищення продуктивності. Розроблена фізична модель та програма вже виконують необхідні дії поставленої задачі з ефективним перемотуванням плівки.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Застосування сучасних електронних компонентів, таких як контролер FATEK FBs-40MAJ, реле інтерфейсне PI84-024DC-M41G-TS-2012, та програмне забезпечення EasyBuilder, дозволяє нам досягти не тільки високої продуктивності, але й забезпечити надійність та точність управління процесами виробництва.

На Рисунку 1 наведено зовнішній вигляд шафи управління спроектованого верстату перемотування плівки.

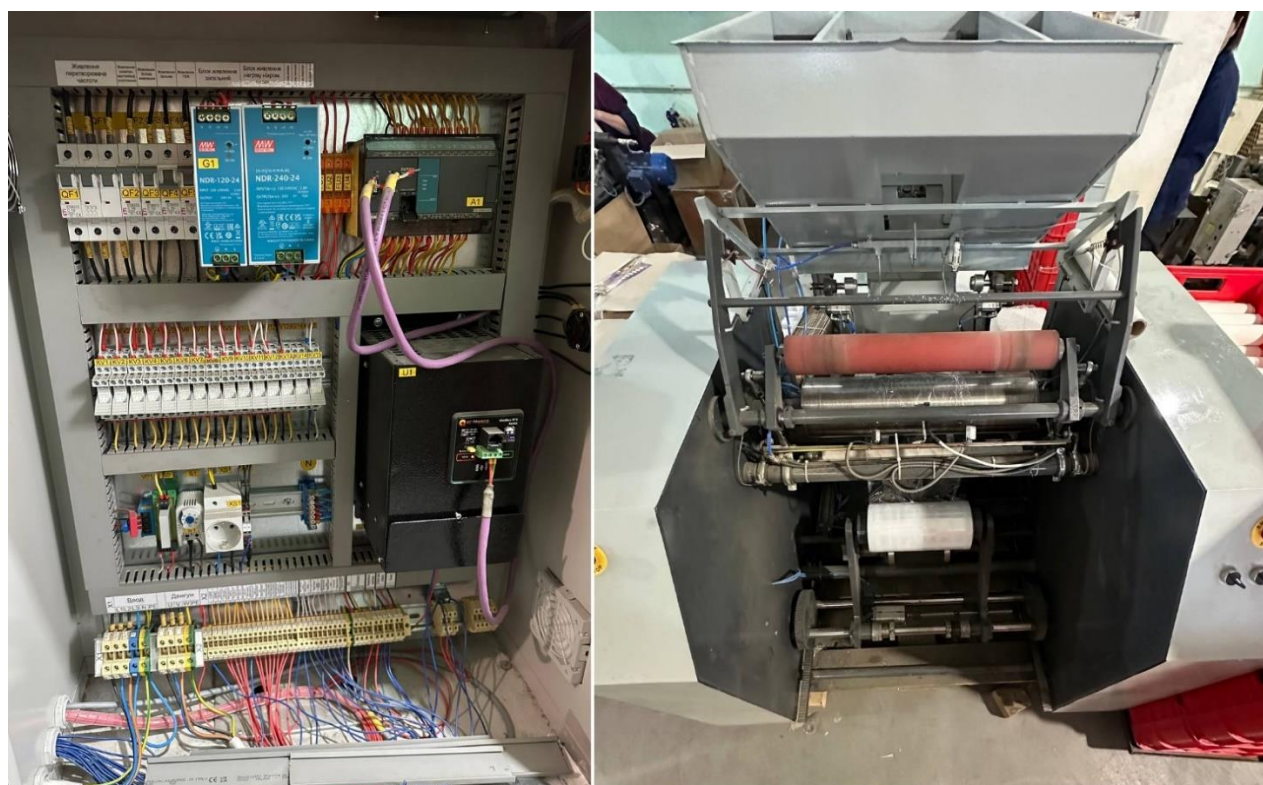


Рисунок 1. Шафа управління спроектованого верстату перемотування плівки

Одним з критичних аспектів нашого проекту є вибір контролера FATEK FBs-40MAJ. Його висока продуктивність, бездоганна надійність та широкий функціональний спектр стали визначальними факторами для досягнення точного та динамічного керування рухом

обладнання. Цей контролер не лише впроваджує новітні технології, але і визначає стандарти для вирішення завдань у сучасному виробництві [3].

Програмне забезпечення EasyBuilder, що використовується в нашому проекті, не тільки є потужним інструментом для програмування контролера, але є важливою платформою для конфігурації та моніторингу виробничого обладнання. Його інтуїтивний інтерфейс відкриває безмежні можливості для зручного розроблення та вдосконалення алгоритмів управління, забезпечуючи гнучкість та швидкість в реалізації необхідних змін у виробничих процесах [3].

Віддалене управління в нашому проекті базується на використанні мікроконтролера FATEK FBs-40MAJ, який програмований таким чином, щоб ефективно взаємодіяти з різними джерелами команд.

По-перше, мікроконтролер може приймати команди безпосередньо від панелі управління, забезпечуючи локальне управління процесами перемотки плівки. Це дає операторам можливість миттєво реагувати на зміни виробничих умов та виправляти параметри роботи

По-друге, мікроконтролер розроблений для взаємодії з комп'ютерами, підключеними до панелі управління. Це означає, що через спеціально розроблене програмне забезпечення, комп'ютери можуть надсилати команди мікроконтролеру, регулюючи його роботу та параметри виробництва. Ця можливість важлива для гнучкості управління та адаптації системи до змінних потреб виробництва.

По-третє, наш мікроконтролер може приймати дані з віддаленого комп'ютера через мережу зв'язку. Це відкриває можливості для глобального віддаленого управління, де оператори або інженери можуть моніторити та керувати системою з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету. Такий підхід є вирішальним у виробництві, що оперує на різних географічних точках або має розподілену структуру.

Усі ці варіанти взаємодії роблять нашу систему гнучкою та зручною в управлінні, забезпечуючи високий рівень автоматизації та ефективності у виробничих процесах.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Одне з принципових питань стратегії комплексної автоматизації – оптимальне поєднання новітніх методів і засобів із традиційними. Системи з ЧПК, прямого цифрового керування від ЕОМ та інші є досить мобільними й ефективними при автоматизації виробництва.

Унікальність нашого проекту полягає не лише в його технічних аспектах, але й у віддаленій системі управління. Завдяки комп'ютерній технології, можна віддалено керувати цією системою, забезпечуючи гнучкість та високий рівень контролю за виробництвом.

Проект не лише демонструє перехід до сучасних технологій в промисловості, але й підкреслює значення віддаленого управління та впровадження сучасних рішень для оптимізації виробничих процесів. Це є кроком вперед у створенні майбутнього виробництва, що базується на інноваціях та високих стандартах продуктивності.

Одним з можливих напрямків подальшого розвитку виробництв і підвищення їх оптимізації та гнучкості є інтеграція управління технологічними процесами в єдину систему на основі комп'ютерно-інтегрованих технологій.

ДЖЕРЕЛА

1. Невлюдов І. Ш. (2022) Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 2: Підручник. Кривий Ріг: видавець Чернявський Д. О.

2. Internet_of_things [Electronic resource] – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things

3. FATEK [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.fatek.com.ua> (дата звернення 25.02.2024)



ОЛЬГА НЕЧИПОРЕНКО захистила кандидатську дисертацію в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України (Київ, Україна) в 2005 р. зі спеціальності 05.13.05 «Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування». Наукові інтереси: сучасні методи і моделі обробки і захисту інформації в робототехнічних та комп'ютерно-інтегрованих системах, інтелектуальні методи управління логістичними системами та їх практичне застосування.



ДАНИЇЛ СЕМЕНЕНКО отримав ступінь бакалавра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у Черкаському Державному Технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2023 році. Нині у тому ж закладі вищої освіти здобуває ступінь магістра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки. Серед наукових інтересів — автоматизація, інформаційні технології та роботизація.



ЮРІЙ НЕТАХАТА отримав ступінь бакалавра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у Черкаському Державному Технологічному університеті (Черкаси, Україна) в 2023 році. Нині у тому ж закладі вищої освіти здобуває ступінь магістра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки. Серед наукових інтересів — автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка.

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТА ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЛІЄНТ ОРІЄНТОВАНИХ БІЗНЕСІВ

Кірілл Савчук¹, Ольга Кравченко², Артурас Міккус³

¹Студент, Інформаційні системи та технології, Факультет Інформаційних Технологій, Київ, Україна

ORCID: 0009-0005-5193-6807

E-mail: savchukk@fit.knu.ua

²к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9669-2579

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

³доктор, професор Університету Вітовта Великого, Каунас, Литва

ORCID: 0000-0001-9148-2532

E-mail: arturas.mickus@vdu.lt

***Анотація.** Об'єктом дослідження є процес автоматизації клієнт орієнтованого бізнесу за допомогою мережесих та інтернет-технологій. У роботі проведено дослідження, під час якого визначені необхідність впровадження автоматизації, розглянуті сучасні тенденції та наведені приклади технологій, що забезпечать збільшення ефективності роботи бізнесу. Крім того розглянуто сферу Інтернету речей, що є невід'ємною частиною більшості сучасних автоматизованих систем не тільки у клієнт орієнтованій сфері, а і в багатьох інших.*

Ключові слова: Автоматизація, ефективність, система, технологія, Інтернет.

I. ВСТУП

В сучасному світі, охопленому стрімким розвитком технологій, використання мережесих та інтернет-технологій стає ключовим аспектом для підтримки конкурентоспроможності підприємств. Особливо це стосується бізнесів, що орієнтовані на клієнта, де забезпечення високоякісного обслуговування та ефективного взаємодії з клієнтами є вирішальними факторами успіху.

Ця наукова стаття спрямована на дослідження можливостей та переваг використання мережесих та інтернет-технологій для автоматизації процесів у клієнт-орієнтованих бізнесах. Предметом аналізу є вплив цих технологій на підвищення ефективності взаємодії з клієнтами, збільшення рівня задоволення клієнтів та створення конкурентної переваги для підприємств. У статті розглядаються актуальні тенденції, методи та інструменти, що дозволяють бізнесам висвітлити нові можливості в автоматизації та вдосконаленні взаємодії з клієнтами в епоху цифрових інновацій.

II. НЕОБХІДНІСТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Автоматизація в сфері клієнт-орієнтованих бізнесів може бути пояснена впровадженням технологій та систем, що зменшують людський вплив на виробничі та обслуговувальні процеси, забезпечуючи при цьому швидке, ефективно та точне виконання завдань. Цей підхід до управління бізнесом дозволяє підприємствам впроваджувати

інновації, покращувати якість обслуговування та створювати персоналізовані рішення для клієнтів.

Однією з ключових переваг автоматизації в клієнт-орієнтованих бізнесах є підвищення швидкості та точності обробки інформації. Застосування автоматизованих систем управління клієнтськими базами дозволяє ефективно відстежувати та аналізувати дані про клієнтів, їхні уподобання та історію взаємодії з компанією. Це в свою чергу дозволяє підприємствам швидше реагувати на зміни та адаптувати свою стратегію обслуговування.

Другим важливим аспектом є покращення персоналізації обслуговування. Автоматизація дозволяє збирати та аналізувати великі обсяги даних про клієнтів, враховуючи їхні індивідуальні потреби та попередні взаємодії з компанією. Це створює можливість для персоналізованих пропозицій, рекомендацій та послуг, що збільшує рівень задоволеності клієнтів та їхню лояльність.

Додатково, автоматизація в клієнт-орієнтованих бізнесах допомагає оптимізувати робочі процеси, зменшуючи час виконання завдань та мінімізуючи можливість помилок. Це робить взаємодію з клієнтами більш ефективною, сприяючи швидшому реагуванню на їхні запитання та вимоги.

Загалом, впровадження автоматизації у клієнт-орієнтовані бізнеси допомагає створити ефективну та динамічну систему, яка сприяє поліпшенню обслуговування та розширенню спектру послуг для задоволення зростаючих очікувань сучасних клієнтів.

III. ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Впровадження автоматизації в клієнт-орієнтованих бізнесах стає все більш важливим для підвищення ефективності, економії коштів і покращення обслуговування клієнтів. Мережеві та інтернет-технології відіграють ключову роль у цьому процесі, пропонуючи широкий спектр інструментів і рішень для автоматизації різних аспектів бізнес-діяльності.

Способи та технології автоматизації:

- CRM-системи: CRM-системи (Customer Relationship Management) дозволяють централізувати дані про клієнтів, відстежувати їхню взаємодію з компанією та автоматизувати такі процеси, як управління контактами, ведення воронки продажів, обробка замовлень, надання підтримки клієнтам. Приклад роботи CRM-системи для автоматизації роботи ігрового центру зображено на Рисунку 1.
- Системи онлайн-бронювання: Такі системи дають можливість клієнтам самостійно бронювати столики, квитки, послуги та інші ресурси онлайн, без залучення персоналу.
- Чат-боти та віртуальні помічники [2]: Чат-боти, що базуються на штучному інтелекті, можуть значно розвантажити службу підтримки клієнтів, відповідаючи на типові запитання та надаючи базову допомогу.
- Технології інтернету речей (IoT) [3]: IoT-пристрої дають можливість збирати дані про поведінку клієнтів, їхні вподобання та потреби, що може використовуватися для персоналізації обслуговування та автоматизації маркетингових кампаній.
- Датчики та сенсори: Відповідні пристрої, як частина IoT системи, допомагають забезпечити автоматизацію процесів спостереження та керування оточенням у закладах, забезпечуючи чистоту повітря, правильність температури, підвищену безпеку, тощо без залучення спеціалізованих робітників

IV. ВПЛИВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА АВТОМАТИЗАЦІЮ

Інтернет речей (IoT) [3] стає все більш важливою технологією для автоматизації клієнт-орієнтованих бізнесів. IoT-пристрої дають можливість збирати дані про поведінку клієнтів, їхні вподобання та потреби в режимі реального часу. Ця інформація може використовуватися для:

- Персоналізації обслуговування: Автоматизовані рекомендації продуктів, персоналізація контенту, адаптація маркетингових кампаній.
- Автоматизації маркетингових кампаній: Таргетування реклами, аналітика ефективності маркетингових кампаній.
- Покращення обслуговування клієнтів: Прогнозування потреб клієнтів та активне вирішення проблем.
- Оптимізації бізнес-процесів: Автоматизація завдань, аналітика даних, оптимізація ресурсів.

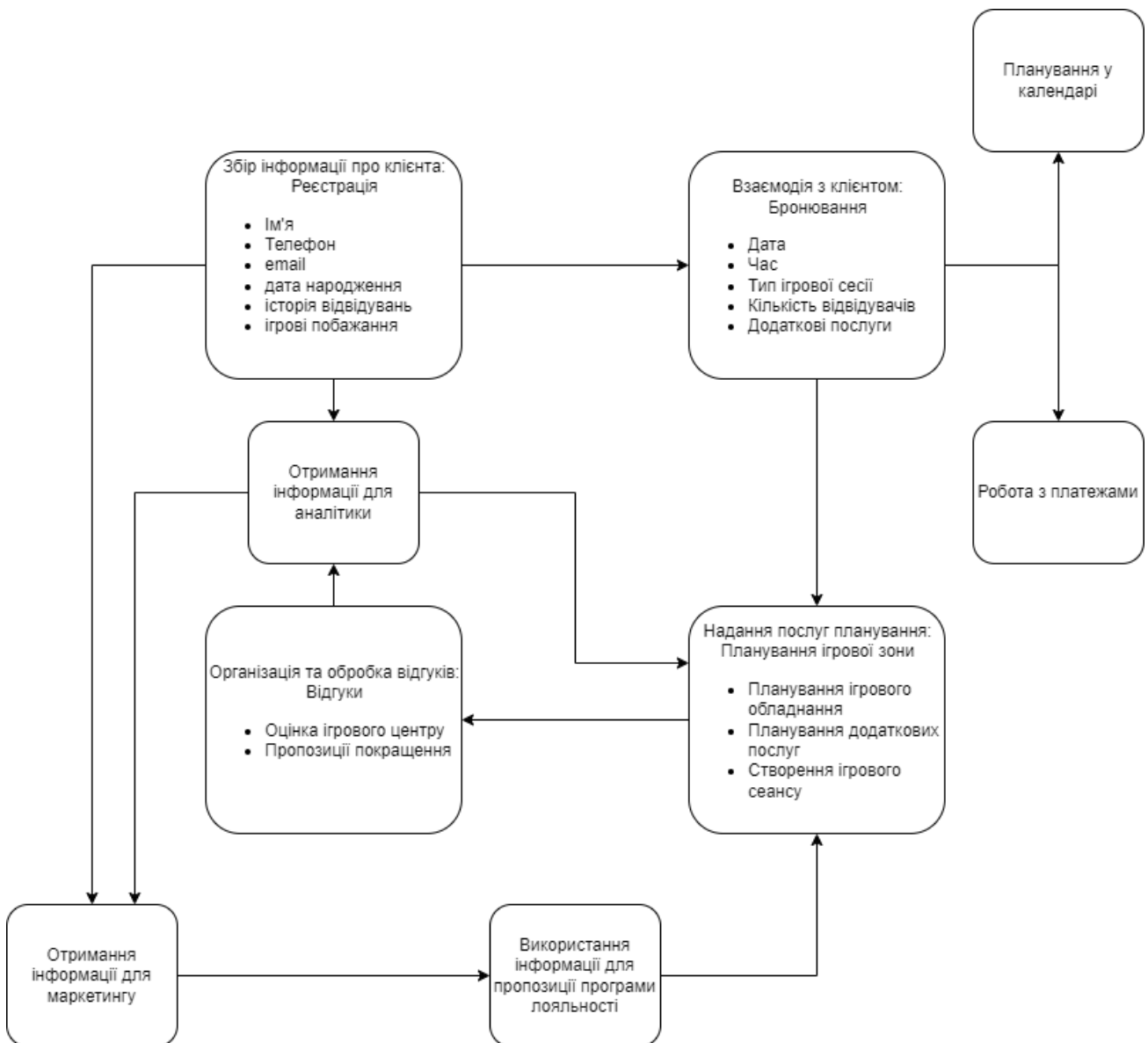


Рисунок 1. Приклад роботи CRM-системи для автоматизації роботи ігрового центру

V. ПЕРЕВАГИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Автоматизація стає невід'ємною частиною клієнт орієнтованого бізнесу, вона відкриває шлях до значних переваг, роблячи його більш ефективним, конкурентним та концентрованим на потребах відвідувачів.

По-перше, автоматизація рутинних завдань звільняє час для більш складних та стратегічних задач, дозволяючи співробітникам зосередитися на тому, що дійсно важливо. Це значно зменшує ймовірність помилок, пов'язаних з людським фактором, оптимізує робочі процеси та значно підвищує продуктивність. В результаті, компанія може відчувати значне зниження витрат на обслуговування клієнтів.

По-друге, автоматизація дає можливість централізувати дані про клієнтів, забезпечуючи доступ до них з будь-якого місця. Це дозволяє відстежувати та аналізувати дані, пов'язані з обслуговуванням, отримуючи краще розуміння потреб та очікувань клієнтів. Завдяки цьому, компанія може приймати більш обґрунтовані та ефективні рішення щодо розвитку бізнесу.

По-третє, автоматизація процесів обробки даних та захисту інформації робить бізнес більш безпечним, а впровадження технологій IoT дозволяє значно зменшити ризик небезпек у закладах. Це знижує ризик витоку даних, шахрайства та забезпечує безпеку приміщень, а також гарантує відповідність стандартам безпеки.

По-четверте, автоматизація значно покращує рівень задоволеності клієнтів [1]. Завдяки їй, компанія може швидше реагувати на потреби та запитання, пропонуючи більш персоналізоване обслуговування та відповідні продукти та послуги. Доступність цілодобової підтримки та мінімізація ймовірності помилок при обслуговуванні роблять клієнтів більш лояльними до бренду.

Впровадження автоматизації – це не просто технологічне вдосконалення, а й стратегічне рішення, що може кардинально змінити ведення бізнесу. Завдяки їй, компанії можуть значно покращити свою ефективність, безпеку, керованість, а також рівень задоволеності клієнтів, що призведе до постійного розвитку та успіху на ринку. Автоматизація дає можливість не лише відповідати вимогам часу, але й значно випереджати конкурентів, які не використовують цю потужну технологію.

VI. ВПЛИВ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА РИНОК КЛІЄНТ-ОРІЄНТОВАНОГО БІЗНЕСУ

Впровадження автоматизації в клієнт-орієнтованих бізнесах може мати значний вплив на ринок і прибутки. Згідно з дослідженням McKinsey Global Institute [4], близько 15% робочого часу може бути автоматизовано до 2030 року. Відповідно, це може призвести до зростання доходів за рахунок зменшення кількості робітників для компаній, які впровадять автоматизацію.

Автоматизація може також призвести до зниження витрат. McKinsey Global Institute [4] прогнозує, що автоматизація може допомогти компаніям заощадити витрати на робочу силу, продукти та матеріали до 2030 року. Це може призвести до збільшення рентабельності інвестицій для компаній, які впровадять відповідні технології.

Окрім впливу на прибутки, автоматизація може також призвести до змін на ринку. Деякі компанії можуть бути витіснені з ринку, якщо вони не зможуть впровадити автоматизацію. Інші компанії можуть об'єднатися або придбати одна одну, щоб краще конкурувати в умовах автоматизованого ринку.

ДЖЕРЕЛА

1. «What is business automation? How will it revolutionize the way you run your business?» <https://www.bigin.com/small-business-express/bigin/how-automation-helps-your-business.html>
2. «What is a chatbot?» By Maddie Hoffman (Updated 21 Feb 2024) <https://www.zendesk.com/it/blog/what-is-a-chatbot/>
3. «IoT explained: What is the internet of things?» By Bridget Botelho (Published 01 Oct 2018) <https://www.techtarget.com/iotagenda/feature/Explained-What-is-the-Internet-of-Thin>
4. «Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages» By James Manyika , Susan Lund, Michael Chui , Jacques Bughin, Lola Woetzel , Parul Batra, Ryan Ko, and Saurabh Sanghvi (28 Nov 2017) <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>



КІРІЛЛ САВЧУК отримав повну загальну середню освіту у ліцеї «Наукова зміна» (Київ, Україна) в 2020 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з Інформаційних систем та технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи автоматизації та дослідження штучного інтелекту для підвищення ефективності роботи.



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО - к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.



АРТУРАС МІККАС – д.т.н., професор. Університет Вітовта Великого, м. Каунас, Литва. Серед наукових інтересів - підготовка національної та міжнародної проектної документації, координація та адміністрування проектів; консультування підприємства з питань підтримки інновацій, продуктів і послуг, залучення інвестицій, пошуку партнерів, розвитку стартапів.

СИСТЕМА ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ТА ПОЛЕГШЕННЯ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Сергій Соколов

Студент, Програмні технології інтернету речей, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
ORCID: 0009-0005-6556-5445
E-mail: serhii.sokolov8@gmail.com

***Анотація.** Зростання кількості осіб з фізичними вадами та необхідність адаптованого житла, сучасний стан будівництва та відсутність інновацій, впровадження інтернет-технологій для автоматизації та покращення умов проживання.*

Ключові слова: особи з обмеженими можливостями, інтернет-технології, адаптація, автоматизація, комфорт.

I. ВСТУП

Актуальність проблеми створення житлового простору для осіб з обмеженими можливостями вибухово зростає в Україні у зв'язку з військово-конфліктними подіями, які почалися у 2014 році. Ці конфлікти призвели до значного збільшення кількості осіб із серйозними травмами, фізичними обмеженнями та психологічними проблемами. Особи, які пережили війну, стали особливою категорією, що вимагає надзвичайного підходу та адаптації житлового середовища для повернення до повноцінного життя.

Зростання кількості осіб з обмеженими можливостями підкреслює необхідність розробки та впровадження інноваційних технологій у житлові будинки, спрямованих на полегшення їхнього повсякденного функціонування. Враховуючи фізичні та соціальні потреби цієї групи, необхідно створювати житлові умови, що відповідають їхнім унікальним вимогам, забезпечуючи при цьому безпеку, комфорт та незалежність.

Ця актуальність не обмежується лише обставинами конфліктів, вона також враховує глобальний тренд старіння населення та зростання кількості осіб із хронічними захворюваннями. Цей контекст підкреслює важливість розробки та впровадження інклюзивних житлових рішень, що враховують потреби різних груп осіб з інвалідністю.

Сучасний стан житлового будівництва визначається відсутністю технічних рішень, які враховують потреби та полегшують повсякденне функціонування людей з інвалідністю. Новобудови часто не забезпечують необхідні умови доступу та комфорту для цієї групи населення.

Отже, актуальність проблеми полягає в невідкладній необхідності забезпечення житлового середовища, яке відповідає унікальним потребам таким особам.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Збір та аналіз існуючих даних:

За словами Міністра соціальної політики України, в даний час у країні налічується приблизно 3 мільйони людей з інвалідністю, і за останні півтора року їх кількість збільшилася на приблизно 300 тисяч. Ці цифри свідчать про динамічне зростання кількості осіб із обмеженими можливостями, ставлячи це питання в центр уваги.

Аналізуючи популяцію з фізичними обмеженнями, було визначено, що воєнний конфлікт призвів до суттєвого збільшення кількості осіб із серйозними травмами та фізичними вадами. Ці динамічні зміни у складі населення вказують на необхідність ретельного аналізу та розробки адаптованих житлових умов для специфічних потреб цієї групи населення.

В процесі аналізу існуючих технічних рішень було встановлено, що більшість сучасних житлових будівель не використовують передові інноваційні технології для спрощення повсякденних обов'язків осіб з обмеженими можливостями.

У першу чергу, відмічається відсутність автоматизованих систем відкриття дверей та вікон, що ускладнює користування особами на інвалідних візках чи з іншими фізичними вадами. Також, багато будівель не використовують "розумні" системи керування освітленням, опаленням та вентиляцією, що ускладнює умови проживання. Важливо відзначити відсутність інтеграції голосових асистентів у житлових приміщеннях. Голосовий інтерфейс може слугувати зручним засобом керування "розумним будинком" без необхідності використання смартфона чи інших гаджетів. Не менш важливим є відсутність систем голосової навігації. У новобудовах не завжди враховується ця система, яка допомагала б особам з візуальними або моторними обмеженнями орієнтуватися в приміщенні.

Урахування усіх цих аспектів допоможе покращити якість життя осіб з обмеженими можливостями та сприятиме створенню більш доступного та зручного житла для всіх.

Вирішення цих проблем вимагає впровадження інтернет-технологій, зокрема концепції Інтернету речей (Internet of Things). Цей підхід передбачає підключення різноманітних пристроїв та систем до мережі для обміну даними та автоматизації рутинних процесів. Автоматизація через IoT може революціонізувати житлові умови. Наприклад, системи автоматизованого відкриття дверей та вікон, підключені до Інтернету, можуть реагувати на зазначені параметри, часи, віддалені чи голосові команди, забезпечуючи зручний доступ. Управління освітленням, опаленням та вентиляцією через IoT дозволить користувачам змінювати параметри зручно та ефективно за допомогою мобільних додатків або голосових команд. Для ефективного управління інформацією та взаємодії пристроїв важливо розглядати створення централізованої бази даних, що забезпечить високий рівень доступності та надійності системи.

III. ВИСНОВКИ ТА АНАЛІЗ

В результаті проведеного дослідження стосовно створення житлового простору для осіб з обмеженими можливостями, були зроблені важливі висновки та проведений аналіз сучасного стану справ.

Актуальність проблеми забезпечення житлових умов для осіб з обмеженими можливостями є надзвичайно високою, особливо в контексті збільшення їхньої кількості внаслідок військового конфлікту. За останні роки кількість людей із серйозними травмами та фізичними обмеженнями значно зросла, ставлячи під сумнів ефективність сучасних житлових умов для цієї групи населення.

Відсутність технічних інновацій у багатьох будівлях стає основною перешкодою для забезпечення комфорту та самостійності осіб з обмеженими можливостями. В будинках не враховуються важливі аспекти, такі як автоматизація відкриття дверей та вікон, системи "розумного" управління освітленням, опаленням та вентиляцією, а також інтеграція голосових асистентів та систем голосової навігації.

Відповідно до аналізу, впровадження інтернет-технологій, зокрема концепції Інтернету речей (IoT), виявляється ключовим кроком у поліпшенні житлових умов для осіб з

обмеженими можливостями. Системи автоматизації та зв'язку через IoT можуть значно полегшити повсякденні обов'язки та створити більш доступне та комфортне середовище.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У висновках слід відзначити, що впровадження сучасних технологій та інновацій у житлових будинках може вирішити низку проблем, з якими стикаються особи з інвалідністю. Застосування мережевих систем та інтернет-технологій може стати ключовим чинником для створення інклюзивного житлового середовища, сприяючи адаптації та покращенню якості життя даної групи населення.

ПОДЯКИ

Щиро вдячний Київському національному університету за можливість активного розвитку та наукових досліджень. Велика подяка висловлюється за професіоналізм викладачів та високу підтримку. Цей університет не тільки навчальний заклад, але й місце, де формуються нові ідеї та розвивається креативний підхід до науки і технологій. Дякую за вагомий внесок у покращення якості життя та просування технологій, спрямованих на спрощення повсякденних справ.

ДЖЕРЕЛА

1. Smart Home Makeover: Integrating Technology into Your Living Spaces
2. <https://medium.com/@pompeachaleur/smart-home-makeover-integrating-technology-into-your-living-spaces-38adaeb80bf5>
3. <https://minre.gov.ua/2023/09/22/v-ukrayini-nalichuyetsya-3-miljony-lyudej-z-invalidnistyu/>
4. Department of Economic and Social Affairs Social Inclusion <https://social.desa.un.org/issues/disability>
5. Designing for accessibility: How home automation is empowering people with disabilities <https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/voices/designing-for-accessibility-how-home-automation-is-empowering-people-with-disabilities/>



СЕРГІЙ СОКОЛОВ працює над здобуттям ступеня бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — методи прогнозування в сфері фінансів.

МАГАЗИН ПК ТА ПК-ПЕРИФЕРІЇ

Андрій Ставніченко¹, Андрій Онищенко²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: stavnychenkoa@fit.knu.ua

²професор кафедри інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1217-5724

E-mail: onyshchenkoa@fit.knu.ua

***Анотація.** У роботі розроблено програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати роботу інтернет магазину комп'ютерів та периферії для ПК і дозволяє вирішити наступні задачі: Ведення даних по постачальникам та продавцям-консультантів товарів. Ведення даних по товарам, постачанням та продажу вибраних товарів. Організація оформлення замовлень на постачання товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків. Організація продажу товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків. Автоматизоване формування звітів та їх експорт в MS Excel та HTML: звіт по залишкам товарів; аналіз результативності продавців; фінансові підсумки за обраний період часу.*

Ключові слова: програмне забезпечення, СУБД, ADO .NET.

I. ВСТУП

На сьогодні автоматизація роботи інтернет магазину комп'ютерів та їх комплектуючих набуває більш широкого значення. Розробка автоматизації ведення бази даних продажу товарів магазину є початковим етапом створення більш широкого програмного забезпечення, яке буде використовуватись для продажу товарів у будь-яких магазинах з виведенням довільної та звітної документації. Оскільки джерелом відомостей про вимоги до інформаційної системи, в першу чергу, є цілі і завдання системи, які формулює замовник, для однозначного їх розуміння розробнику системи необхідно їх ретельно проаналізувати.

Будь-якому керівнику важливо оперативно отримувати інформацію про роботу магазину для збільшення рентабельності торгових точок, формувати аналітичні звіти по роботі магазину і торгової мережі, планувати і аналізувати рекламні акції і розпродажі, оптимізувати асортимент і товарні запаси в магазинах і на складах.

Необхідність автоматизації різних процесів, що потребують значних витрат робочого часу і виконання безлічі додаткових рутинних операцій, є актуальною проблемою при виконанні замовлень на постачання товарів, а також організація їх продажу.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У даній роботі розроблено програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати роботу інтернет магазину комп'ютерів та дозволяє вирішити наступні задачі:

Ведення даних по постачальникам та продавцям-консультантів товарів.

Ведення даних по товарам, постачанням та продажу вибраних товарів.

Організація оформлення замовлень на постачання товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків.

Організація продажу товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків. Автоматизоване формування звітів та їх експорт в MS Excel та HTML:

- звіт по залишкам товарів;
- аналіз результативності продавців;
- фінансові підсумки за обраний період часу.

Програмне забезпечення розроблено на мові C# середовища Visual Studio 2019 з використанням технології ADO .NET для обробки баз даних.

Результати роботи рекомендуються до застосування у інтернет магазинах та магазинах побутової техніки.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Всі використані дані та методи детально розглянуті для досягнення поставлених цілей дослідження щодо розробки Інтернет магазину , підвищення ефективності моніторингу даних та автоматизація більшості систем.

Вибрано об'єкт дослідження, побудовано структурну схему підприємства, сформульовано функції та задачі структурних підрозділів підприємства, описано функціональні взаємозв'язки між підрозділами підприємства, оглянуто та проаналізовано аналоги, представлені на ринку, сформульовано поставлені задачі для успішного виконання курсової роботи. Описано та зображено функціональні моделі системи в нотаціях BPMN, IDEF0, IDEF3, DFD, що дозволило відтворити ключові процеси діяльності підприємства на контекстних діаграмах. Побудовано та описано наступні діаграми в нотації UML: діаграма прецедентів, діаграма діяльності, діаграма послідовності.

Наведено концептуальну схему та розроблено функціональні зв'язки. Наведено структуру таблиць бази даних та загальну схему бази даних, яка демонструє реляційні взаємозв'язки між таблицями. Крім того, розроблені діаграми класів даної програмної системи. Наведено реалізацію програмного забезпечення інтернет-магазину продажу комп'ютерів та їх комплектуючих на мові C# у середовищі Microsoft Visual Studio 2019. Розроблено універсальні функції експорту даних у MS Excel та HTML, що дозволяють експортувати будь-яку звітну інформацію у дані формати.

Наведено тестування та дослідження отриманих результатів, а саме:

- Ведення даних по постачальникам та продавцям товарів;
- Ведення даних по товарам, постачанням та продажу вибраних товарів.
- Організація оформлення замовлень на постачання товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків.
- Організація продажу товарів, запис їх до бази даних та автоматичне формування чеків.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У ході виконання даної роботи були виконані наступні задачі:

- 1.Розроблено програмне забезпечення автоматизації роботи інтернет магазину.
- 2.Використано основні класи універсальної технології ADO.Net для обробки баз даних.
- 3.Розроблено та створено візуальні класи, а саме:
 - 3.1.Form1 – головна форма програми, в якій зберігається об'єкт підключення до бази даних `conn` типу `OleDbConnection`.
 - 3.2.Form2 – форма ведення довідників таблиць бази даних: постачальники, продавці.
 - 3.3.Form3 – форма ведення даних: товари, постачання, продаж.
 - 3.4.Form4 – форма експорту даних в формат HTML..
 - 3.5.Form5 – інформація про розробника програмного забезпечення.

3.6. Form6 – форма для формування замовлень товарів та запису їх до бази даних.

3.7. Form7 – форма для формування та обліку продажів товарів.

3.8. Form8 – форма, призначена для формування фінансових результатів за певний проміжок часу, що забезпечується вибором початкової та кінцевої дат продажу товарів.

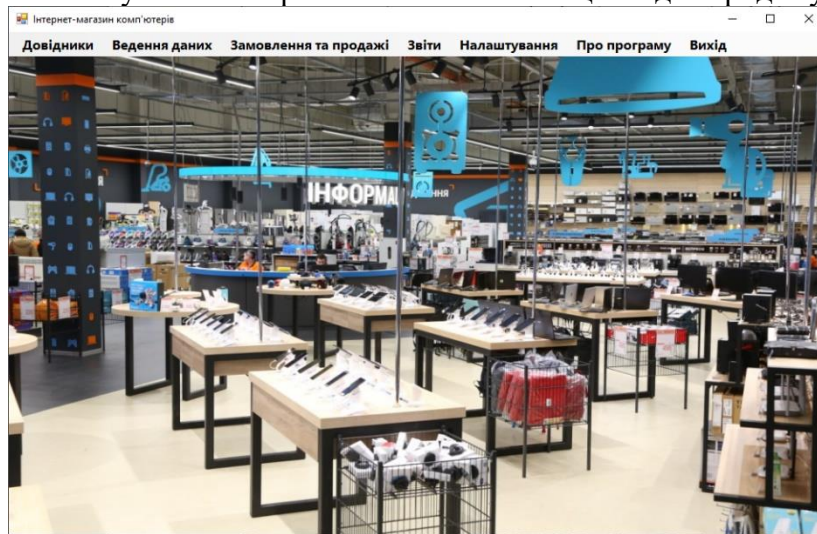
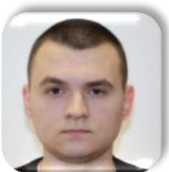


Рисунок 1. Головна форма програми

ДЖЕРЕЛА

1. Albahari, Joseph, і Ben Albahari. "C# 7.0 in a Nutshell: The Definitive Reference." O'Reilly Media, 2017. - 1088 с.
2. Troelsen, Andrew, і Philip Japikse. "Pro C#7: With .NET and .NET Core." Apress, 2017. - 1372 с.
3. Posadas, Marino. "Mastering C# and .NET Framework." Packt Publishing, 2018. - 534 с.
4. Price, Mark J. "C# 7.1 and .NET Core 2.0: Modern Cross-Platform Development." Packt Publishing, 2018. - 806 с.
5. Griffiths, Ian. "Programming C# 8.0: Build Cloud, Web, and Desktop Applications." O'Reilly Media, 2019. - 800 с.
6. Albahari, Joseph, і Eric Johanssen. "C# 8.0 in a Nutshell: The Definitive Reference." O'Reilly Media, 2019. - 1136 с.
7. Freeman, Adam. "Pro .NET 4.5 Parallel Programming in C#." Apress, 2019. - 428 с.
8. Price, Mark J. "C# 8.0 and .NET Core 3.0 – Modern Cross-Platform Development." Packt Publishing, 2019. - 816 с.
9. Albahari, Joseph, і Ben Albahari. "C# 7.0 Pocket Reference: Instant Help for C# 7.0 Programmers." O'Reilly Media, 2017. - 234 с.



АНДРІЙ СТАВНІЧЕНКО Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з інтернету речей в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році.



АНДРІЙ ОНИЩЕНКО закінчив Полтавський державний педагогічний університет імені В.Г. Короленка. Працював у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, асистентом, старшим викладачем, доцентом (2003-2008). В національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут», доцентом (2011 - 2014). Нині працює професором в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів- Еколого-економічне моделювання, сталий розвиток.

Section

**Security of information
systems and networks**

Секція

**Безпека інформаційних
систем та мереж**

MODEL FOR CYBER FORENSICS SUPPORT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Oleksandr Derevenko

PhD Student, Systems and Technologies, Faculty of Information Technology, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0009-0009-4645-4386
E-mail: alextitagle@gmail.com

Abstract. *The object of the study is a model of assistance to cyber criminalists with the study and development of artificial intelligence. The research is important to improve the work of cyber forensics with the program and updated data. The paper analyzed the relevance and market of artificial intelligence. A model has been developed to help cyber forensics. It is proposed to use online virus libraries to update the data of the artificial intelligence program. The advantages and disadvantages of the model were analyzed.*

Keywords: Forensics, artificial intelligence, cyber attacks, instruction, model.

I. INTRODUCTION

In today's technological era, attempted cyber attacks are a daily occurrence for every company and government. In 2023, 2,814 known cyber attacks were published [1]. This is more than 8 million stolen data records of enterprises. Out of many hacking attempts, there is a chance that one of the attempts will be successful. And the security of customer data is critical for many companies. Especially for companies in countries where data security regulations are paramount. And there are data security standards that companies must implement. When a data breach is successful, companies and courts need computer forensics. Forensics collects legally permitted device and personnel data. Forensic experts are investigating the case by checking networks, online conversations, device history etc.

The development of artificial intelligence for cyber forensics is a popular topic among academics. For example, an analysis of the effectiveness of artificial intelligence was carried out using the Multi-Agent Digital Investigation Tool Kit (MADIK) [2]. This technology tested the virtual machine in 16 minutes. Although there are technologies for automatic analysis of devices, there are not sufficient conditions for understanding the work of artificial intelligence. There are still needs for updated reliable information.

Therefore, the object of research was the system of using artificial intelligence. The goal is to create models to help forensics better understand the results and provide artificial intelligence with updated information.

II. DATA AND METHODS

The following solutions are offered to solve the problem of updating information. Using the online archive of virus attacks and seeking help from universities. Online archives have all recorded viruses and are available for testing. Thus, companies and manufacturers are developing new methods of protecting devices. Turning to universities for help, there is a possibility of interest and cooperation for joint development. A model was created to assist forensics and update data Figure 1.

The main idea of this model is to create a report, update the knowledge of the artificial intelligence program and create instructions. This manual describes the operation of the program,

how to use it, and an explanation of the program report. The instruction is constantly updated with each change of the mine in the artificial intelligence program. The instructions should have updated information on viruses and how the program displays them. The report should be clear, accessible and with up-to-date data. Collected data and their display must be subject to legislation.

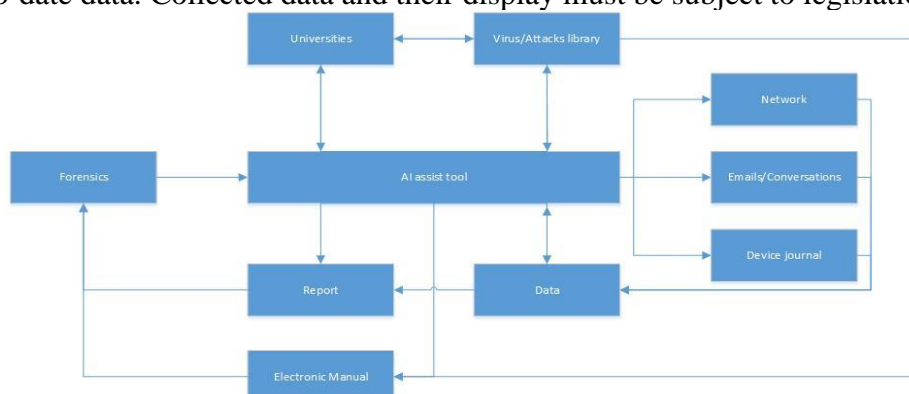


Figure 1. Cyber forensics assist model

III. RESULTS AND ANALYSIS

After the development of the model, the advantages and disadvantages of the model were reviewed. The main advantage of the model is constantly updated program information. Cooperation with universities provides an opportunity to develop the program and other issues related to security. This provides an opportunity to review the problem from different views and experiences of scientists.

The disadvantages are the dependence on the agreement of the program developers and relations with universities. For example, levels of access to the program, confidentiality of information and subordination of the operation of the program in accordance with the law.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

A model was developed to support cyber forensics. The model focuses on using help from universities and online libraries. The model offers opportunities in the development of instructions for using the artificial intelligence program and reporting the results. This method needs further development of security issues, methods of cooperation between universities, methods of reporting results in an accessible form.

REFERENCES

1. Ford, N. (2023). List of Data Breaches and Cyber Attacks in 2023. IT Governance UK Blog. Available at: <https://www.itgovernance.co.uk/blog/list-of-data-breaches-and-cyber-attacks-in-2023>.
2. Dunsin, Dipo & Ghanem, Mohamed & Ouazzane, karim. (2022). The Use of Artificial Intelligence in Digital Forensics and Incident Response (DFIR) in a Constrained Environment. International Journal of Information and Communication Technology. 16. 280-285.



OLEKSANDR DEREVENKO received the B.S. degree in program technologies of the internet of things from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2021 and the M.S. degree in program technologies of the internet of things from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2023. He is currently pursuing the Ph.D. degree in program technologies of the internet of things from Taras Shevchenko National University of Kyiv. His research interests include models of energy efficiency and energy supply systems, personnel training and assistance systems.

FORTIFYING TELECOMMUNICATIONS: THE STRATEGIC ROLE OF NETWORK FUNCTION VIRTUALIZATION IN ENHANCING CYBERSECURITY

Valeriia Solodovnyk¹, Serhii Toliupa², Yaroslav Kulaha³

¹Master's student, Department of Cyber Security and Information Protection
ORCID: 0000-0002-8844-4348
E-mail: valeriamin6@gmail.com

²Doctor of Technical Sciences, professor
ORCID: 0000-0002-1919-9174
E-mail: toliupa@i.ua

³Master's student, Department of Cyber Security and Information Protection
E-mail: yaroslav.kulagaa0503@gmail.com

Abstract. *This paper explores the implementation and advantages of Network Function Virtualization (NFV) within the telecommunications sector, focusing on critical infrastructure operators. It details the transition from traditional network architectures to NFV, highlighting the system's topology, distributed nature, and integration with existing telecommunications infrastructure. The discussion includes an overview of virtualized network functions (VNFs), management and orchestration (MANO) frameworks, and the system's impact on scalability, flexibility, and operational efficiency. The study emphasizes NFV's role in enhancing network service delivery, reducing operational costs, and supporting the dynamic demands of modern telecommunications services.*

Keywords: Network Function Virtualization (NFV), Telecommunications, Critical Infrastructure, Virtualized Network Functions (VNFs), Management and Orchestration (MANO)

I. INTRODUCTION

Telecommunications operators play a pivotal role as critical infrastructure in today's interconnected world. Their significance extends far beyond providing connectivity; they are fundamental to the functioning of society, impacting national security, economic stability, and public safety. The uninterrupted operation of telecommunications networks enables government agencies to coordinate national defense activities, financial institutions to execute transactions, and emergency services to respond to crises swiftly.

The importance of telecommunications as critical infrastructure also makes it a prime target for cyber threats. The landscape of these threats is ever-evolving, with adversaries ranging from individual hackers to sophisticated state-sponsored entities. Cyber attacks on telecommunications infrastructure can lead to the disruption of services, theft of sensitive information, and even compromise national security by intercepting or sabotaging communications. The potential for such threats to disrupt economic activities is significant, as demonstrated by past incidents where attacks on telecommunications providers led to financial losses for businesses and consumers alike.

Given these risks, the need for robust information system protection within telecommunications operators cannot be overstated. Ensuring the security of these systems involves not only safeguarding the integrity, availability, and confidentiality of the data they carry but also protecting the infrastructure itself from attacks that could disrupt its operation. This requires a comprehensive security strategy that encompasses physical security, cyber defense mechanisms,

and resilience planning to mitigate the impact of any successful attacks. As telecommunications networks become increasingly complex and integral to every aspect of society, the imperative for advanced security measures and constant vigilance against cyber threats becomes ever more critical.

II. DATA AND METHODOLOGY

The evolution of telecommunications networks from traditional, hardware-dependent architectures to more flexible, software-defined solutions marks a significant shift in the approach to network management and operation. This transformation is driven by the need for greater agility, scalability, and cost-efficiency in response to the rapidly changing demands of digital services and applications.

Traditional Networks: Initially, telecommunications networks were built on hardware-centric models, where specific physical devices (such as routers, switches, and firewalls) were dedicated to particular network functions. This architecture, while stable and reliable, was inherently inflexible. Scaling up or modifying services often required manual intervention, significant capital investment in new hardware, and prolonged deployment times.

Evolution to Software-Defined Networking (SDN): Software-Defined Networking (SDN) emerged as a revolutionary approach to overcome the limitations of traditional network architectures. SDN decouples the network's control plane (the decision-making element) from the data plane (the element that forwards traffic), allowing for centralized network management and control.

Introduction of Network Function Virtualization (NFV): Building on the principles of SDN, Network Function Virtualization (NFV) represents a further evolution in network design and operation. NFV focuses on decoupling network functions from the physical devices on which they run. Instead, functions such as routing, load balancing, and firewalls are implemented in software that can run on standardized hardware platforms. This allows for the dynamic deployment and scaling of network services as virtualized functions, independent of underlying hardware.

NFV enables telecommunications operators to:

- **Reduce Costs:** By minimizing the need for specialized hardware and allowing for the use of commodity servers, storage, and switches.
- **Increase Agility:** By facilitating rapid deployment and scaling of network services to meet changing demand.
- **Enhance Flexibility:** By enabling network services to be moved, modified, and managed easily in response to evolving network requirements.

The combination of SDN and NFV technologies has paved the way for more adaptable, efficient, and scalable telecommunications networks.

III. RESULTS AND ANALYSIS

Network Function Virtualization (NFV) significantly enhances the agility and scalability of telecommunications infrastructure by abstracting network functions from proprietary hardware devices, allowing these functions to be run on standardized virtual machines across various locations and environments. This shift has several key implications:

- **Rapid Deployment and Scaling:** NFV enables telecommunications operators to quickly launch new network services and scale existing ones without the need for new physical infrastructure. Services can be deployed, scaled up, or scaled down in response to demand fluctuations, practically in real time.
- **Resource Optimization:** By virtualizing network functions, resources can be dynamically allocated and reallocated based on current needs, optimizing the utilization of the underlying physical infrastructure.

- Innovation and Experimentation: The flexibility offered by NFV allows operators to experiment with new services and configurations with minimal risk and cost, accelerating innovation and the introduction of new technologies and services.
- Geographical Independence: Virtualized network functions (VNFs) can be deployed anywhere in the network, whether in data centers, in the cloud, or at the network edge, enhancing service delivery and user experience.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

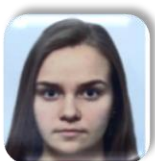
Network Function Virtualization (NFV) offers transformative potential for enhancing the security posture of telecommunications operators through several key capabilities. Below, we explore these capabilities and their impact on security, along with illustrative examples of successful NFV implementations. Telefónica, a global telecommunications company, implemented its NFV infrastructure, UNICA, to enhance network flexibility and efficiency. As part of this initiative, Telefónica leveraged NFV for dynamic security service chaining, enabling the company to deploy and manage security services more effectively across its global network.

AT&T's Network Security Function Virtualization: AT&T has been a pioneer in integrating NFV with its SDN-enabled network, aiming to create a more flexible and responsive network architecture. By deploying virtualized security functions, AT&T has enhanced its ability to dynamically adjust its security posture, scaling and deploying new security services rapidly in response to changing threat landscapes.

These examples demonstrate NFV's potential to transform the security landscape for telecommunications operators, offering the agility, scalability, and visibility needed to protect against today's dynamic cyber threats. Through the strategic deployment of NFV, operators can not only enhance their security posture but also improve operational efficiency and service delivery.

REFERENCES

1. Best Practices for Implementing NFV in Telecommunications Networks.
2. NFV: A Game-Changer for Telecom Security.
3. Policy-based dynamic service chaining in Network Functions Virtualization. DOI:10.1109/ISCC.2016.7543763
4. What Are Cloud Development Environments?



VALERIIA SOLODOVNYK, a master's degree graduate of the Department of Cyber Security and Information Protection of Taras Shevchenko National University of Kyiv.



SERHII TOLIUPA, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Cybersecurity and Information Protection, Taras Shevchenko National University of Kyiv



YAROSLAV KULAKHA received his Bachelor's degree in Applied Mathematics from Sumy State University, Ukraine, in 2022. He is currently pursuing his Master's degree in Cybersecurity and Information Protection at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

ПРО МЕТОД РЕДУКЦІЇ ПРОСТОРУ ПОШУКУ КІБЕРВРАЗЛИВОСТЕЙ НА ОСНОВІ ФОРМАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Олександр Летичевський¹, Олександр Колчин², Степан Потієнко³

¹Завідувач відділу теорії цифрових автоматів, Інститут кібернетики ім. Віктора Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-0856-9771

E-mail: oleksandr.letychevskiy@litsoft.com.ua

²Старший науковий співробітник, відділ теорії цифрових автоматів, Інститут кібернетики ім. Віктора Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-7809-536X

E-mail: kolchin_av@yahoo.com

³Старший науковий співробітник, відділ теорії цифрових автоматів, Інститут кібернетики ім. Віктора Глушкова, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9462-599X

E-mail: stepan.potiyenko@gmail.com

***Анотація.** В роботі розглянуто підхід для виявлення вразливостей до кібератак по бінарному коду програм. Застосовуються формальні методи аналізу поведінки програми та методи аналізу досяжності певних сигнатур вразливостей. Особлива увага приділяється проблемі розміру простору пошуку та ефекту комбінаторного вибуху станів моделі. Для скорочення розміру моделі будуються зворотні шари по графу потоку керування програми з певними спрощеннями щодо різноманітності контекстів викликів.*

Ключові слова: формальні методи, символічне моделювання, кібервразливості.

I. ВСТУП

З різким зростанням розвитку технологій та впровадженням їх в різні сфери діяльності інфраструктура підприємств потребує розвитку засобів мережевої безпеки. У зв'язку з залежністю від підключення до інтернет та використанням хмарних сервісів, з'являється все більше можливостей до кібератак. У цій роботі досліджується застосування формальних методів для виявлення вразливостей [1] у бінарних кодах програм.

II. МЕТОД ПОШУКУ КІБЕРВРАЗЛИВОСТЕЙ НА ОСНОВІ ФОРМАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ

Передбачається, що вихідний код недоступний, а програма представлена бінарними кодами. Використовуючи дизасемблювання, ці бінарні програми автоматично транслюються у формальну модель переходів. Далі для пошуку потенційних атак буде використовуватись метод символічного моделювання. Потенційні атаки добре відомі [2] і досить адекватно представляються у формальних моделях. Наприклад, посилення на пам'ять після її звільнення (Use After Free) може призвести до збою програми, використання неочікуваних значень або виконання коду. Без втрати загальності, будемо розглядати два типи сигнатур потенційних вразливостей – «вхід», тобто початок можливої атаки та «використання», тобто місце, де потенційно може розпочатись ураження. Зазвичай, входом є зчитування даних зовні – введення даних з файлу, клавіатури, мережі тощо. У коді асемблера така сигнатура містить

системну інструкцію «call». Сигнатури використання можуть бути різноманітнішими, наприклад, «mov rax,QWORD PTR [rbp-0x118]» або певна послідовність інструкцій.

III. ПРОБЛЕМИ ПРОСТОРУ ПОШУКУ ТА МЕТОД РЕДУКЦІЇ

Постає проблема розміру: по-перше, до асемблерного коду попаде нерелевантний код, наприклад, допоміжні бібліотеки. По-друге, навіть під час аналізу потоку керування на загальний розмір впливає не тільки кількість строк коду, але й кількість різноманітних контекстів стеку викликів. Остання проблема особливо загострює потребу побудови відокремленої підмножини коду, релевантної до певних потенційних вразливостей.

Для вирішення проблеми розміру простору пошуку кібератак ми ітеративно генеруємо множину шарів між сигнатурами «вхід» та «використання». На першому етапі шари представлятимуть верхню апроксимацію по потоку керування. Для цього застосовуємо пошук у глибину на графі потоку керування, але з деякими модифікаціями у порівнянні та розгортанні станів. Ми будемо продовжувати використовувати перевірку еквівалентності станів яка передбачає порівняння стеку викликів, але змінимо правило обходу поведінки та розширимо інформацію про стан обходу двома атрибутами fwd та bwd які міститимуть інформацію щодо перспектив пошуку. Так, якщо на час розгляду точки входу у певну процедуру з'ясується, що ця процедура вже була раніше повністю досліджена хоча б в одному контексті, та виконується хоча б одна з умов:

Умова 1, (а) на даний момент у розгортанні шляху не було жодної сигнатури «вхід», та (б) всередині неї немає жодної сигнатури «вхід» (fwd ніколи не встановлювався), або Умова 2 (а) на даний момент у розгортанні шляху була сигнатура «вхід», та (б) під час попередніх досліджень всередині неї не було сигнатури «використання» (bwd), то прийматиметься рішення про перехід до наступної за викликом процедури інструкції, тобто її виклик оминається. При цьому, коли буде знайдено сигнатуру «вхід», то для всіх наступних станів цього шляху буде встановлений атрибут fwd. Аналогічно, при знайденні сигнатури «використання» атрибут bwd буде встановлений для всіх станів поточного шляху, які мають встановленим атрибут fwd. Можна показати, що такий підхід не завадить повноті результатів: якщо колись з'ясується, що існує шлях, який містить цю процедуру між сигнатурами «вхід» та «використання», то ця процедура буде додана до відповідного шару, тому що перевірка еквівалентності станів включає порівняння повного стеку викликів, а в момент розгортання такого шляху у точці «входу» не виконуються пункти (а) умови 1 та (б) умови 2. Результуючий шар включатиме інструкції відповідно до станів, в яких будуть встановленими обидва атрибути fwd та bwd, з урахуванням вирівнювання стеку точки «входу».

Другий етап створення шарів використовуватиме стандартні методи побудови зворотних шарів (по шарах першого етапу) починаючи від точки «використання», з урахуванням потоку даних, але по окремих моделях, які відповідають індивідуальним парам зазначених сигнатур.

Емпіричні випробування. Для бінарного коду системи керування розміром в 10Мб ми побудували формальну модель з 140 тис. переходів. Спроби побудувати повний граф потоку керування не призводили до успіху у зв'язку з проблемою комбінаторного вибуху (стек викликів дуже різноманітний, розмір графу перевищував 100 млн вершин). Тим не менш, застосування запропонованого методу дало можливість побудувати множину різних шарів для комбінацій входів-використань. Так, більше 100 тис. інструкцій виявились нерелевантними. Було знайдено ~30 точок входу, та 50 точок використань, з них побудовано ~400 шарів досить малого розміру (100–600 інструкцій), та всього декілька великих (2500–12000 інструкцій).

ДЖЕРЕЛА

1. Летичевський, О. О. і Горбатюк, В. О. (2023) «Алгебраїчний підхід та методи штучного інтелекту в сучасних системах виявлення вторгнень», *International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics"*, 68(3), с. 101–111.
2. <https://cwe.mitre.org>



ОЛЕКСАНДР ЛЕТИЧЕВСЬКИЙ доктор фіз.-мат. наук, завідувач відділу теорії цифрових автоматів Інституту кібернетики НАН України (Київ). Серед наукових інтересів — символні методи верифікації, кібербезпека.



ОЛЕКСАНДР КОЛЧИН кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник Інституту кібернетики НАН України (Київ). Серед наукових інтересів — формальні методи, методи аналізу досяжності, генерація тестових наборів на основі формальної моделі.



СТЕПАН ПОТІЄНКО кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник Інституту кібернетики НАН України (Київ). Серед наукових інтересів — побудова формальних моделей, формальні методи.

ВИКОРИСТАННЯ HUMINT У РОЗВІДЦІ КІБЕРЗАГРОЗ

Роман Одарченко¹, Алла Пінчук², Олег Полігенько³

¹Декан, Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-7130-1375

E-mail: odarchenko.r.s@ukr.net

²Здобувачка освіти першого (бакалаврського) рівня, кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-3567-0445

E-mail: pinchuk.ad87@gmail.com

³Докторант, кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-2427-4976

E-mail: o.poligenko@ukr.net

***Анотація.** У даному дослідженні висвітлено ключову роль HUMINT у розвідці кіберзагроз (СТІ). Інформація, зібрана за допомогою HUMINT, надає стратегічну кіберситуаційну обізнаність про поточні та майбутні загрози. Це не лише допомагає відразу реагувати на поточні кібератаки, але й надає можливість довгострокового планування для загального покращення кіберзахисту організації. Важливість HUMINT обговорена на прикладі моделі СТІ Rumatid of Rain. Таким чином, даний тип розвідки відіграє значну роль у зборі інформації про кіберзагрози та суб'єктів загрози, доповнюючи такі методи, як OSINT, CSINT та TECHINT.*

Ключові слова: розвідка кіберзагроз, методи розвідки, HUMINT

I. ВСТУП

Розвідка кіберзагроз (СТІ) є надзвичайно важливою у сучасному світі, де кібератаки стають все більш поширеними та витонченими. Вона дає можливість ідентифікувати, оцінювати та реагувати на кіберзагрози, що може допомогти захистити критичну інфраструктуру, інформаційно-комунікаційні системи, організації від потенційної шкоди кібератак. Оскільки розвідка загроз передбачає збір інформації про самі загрози, їх джерела тощо, для цього використовуються різні методи, такі як OSINT (Open-Source Intelligence), CSINT (Closed Source Intelligence), TECHINT (Technical Intelligence) та HUMINT (Human Intelligence). У цій роботі основна увага буде приділена саме HUMINT, що собою являє даний метод, його особливості та які переваги його застосування у СТІ.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У роботі використовується якісний підхід до методології дослідження з акцентом на аналізі вже існуючих робіт та різних електронних джерел інформації, пов'язаних з HUMINT. Дослідження має описовий та концептуальний характер, щоб визначити використання та стратегічну роль HUMINT у розвідці кіберзагроз.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

HUMINT відноситься до розвідданих, зібраних шляхом безпосередньої взаємодії з людьми, на відміну від різних технічних засобів, таких як різні автоматизовані системи, електронне прослуховування тощо. Метою HUMINT являється збір інформації про суб'єктів загрози, їх діяльність аби дізнатися про них більше, хто саме стоїть за кібератаками, включно з їх мотивами, цілями, а також тактиками, методами та процедурами (TTPs). Це може включати проникнення та взаємодію зі суб'єктами загрози на спеціальних форумах, платформах та інших цільових середовищах, включаючи Dark Web [1]. У цьому контексті HUMINT є доповнення до технічних засобів збору інформації. Автоматизовані системи можуть ефективно обробляти величезні масиви даних, ідентифікувати паттерни та визначати потенційні загрози. Тоді як HUMINT може заглиблюватися у психологічні та стратегічні аспекти, відповідаючи на такі важливі питання, як чому суб'єкт загрози може вибрати ту чи іншу ціль, якою може бути його кінцева мета та як він може відреагувати на конкретну стратегію кіберзахисту. Це створює цілісне розуміння, яке може значно підвищити цінність зібраних розвідданих, зробивши їх більш оперативними та актуальними.

Для більш чіткого розуміння важливості HUMINT можна розглянути на прикладі моделі Pyramid of Pain, яка використовується у СІІ. У загальному дана піраміда показує яку шкоду завдає Defence команда суб'єктам загрози відповідно до зібраних даних, які охоплюють хеші, IP адреси, доменні імена, мережі/хост артефакти, інструменти та TTPs [2]. Чим ближче індикатор до основи піраміди, тим легше його зібрати і менша його цінність. Тут HUMINT буде знаходитись саме на вершині піраміди, як показано на Рисунок 1, завдяки своїй здатності проактивно виявляти цілі, мотиви, плани, інструменти та TTPs суб'єкта загрози.

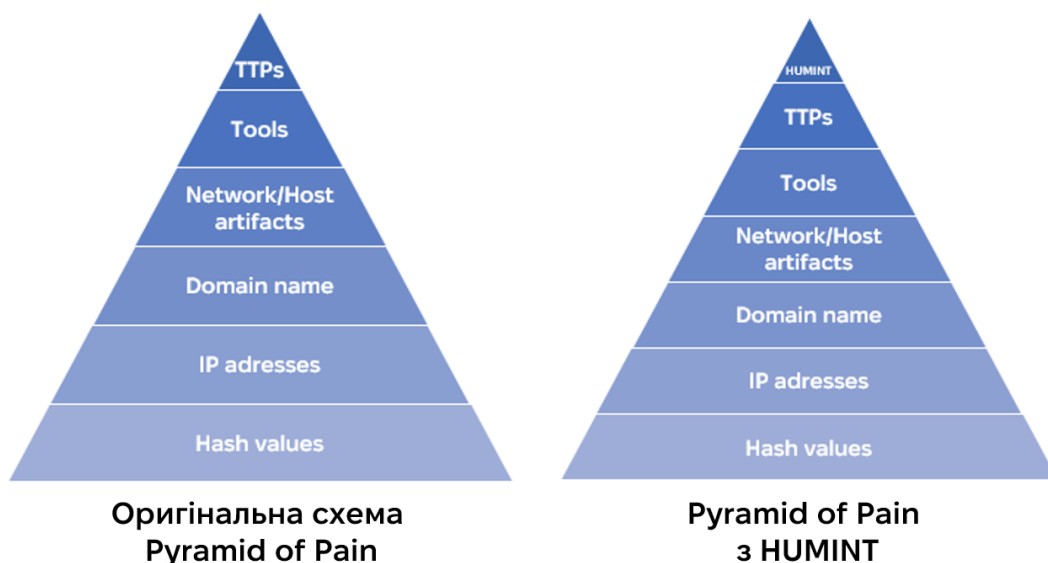


Рисунок 1. Оригінальна модель Pyramid of Pain та з HUMINT

У той же час є необхідність виділяти два ключових аспекти цього типу розвідки. Перший являтиме собою методики шпигунства, тобто вербування агентів і збір інформації шляхом обману. А другий аспект, більш технічний, використання соціальної інженерії. Як правило, більшість фахівців використовують саме другий метод, нехтуючи шпигунством [3]. Проте, у випадку поєднання цих двох методів, ефективність HUMINT буде тільки зростати/

У [4] обговорюється, що HUMINT потрібно розглядати як актив (людський капітал), а не лише як ресурс (людський ресурс), тому є необхідність у створенні сприятливої, керованої, стійкої та вимірюваної екосистеми розвитку людських ресурсів цього типу

розвідки. Також автори зазначають, що HUMINT має використовуватись на основі підходу і аналізу фаз обробки інцидентів кібербезпеки, таких як: до кібератаки, під час кібератаки та після неї.

Таким чином, HUMINT може зробити наступні конструктивні внески у СТІ: виявлення суб'єктів кіберзагроз та розуміння їх мотивації; соціально-психологічний аналіз суб'єктів загроз; відстеження цифрових слідів та визначення джерел інформації; розробка детальної інформації про кіберзагрозу та суб'єктів кіберзагроз.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розуміння особливостей загрози, соціально-психологічних аспектів суб'єктів загроз тощо, є критично важливим для вчасного та ефективного реагування на загрозу. Інформація, зібрана за допомогою HUMINT, надає стратегічну кіберситуаційну обізнаність про поточні та майбутні загрози. Це не лише допомагає швидше реагувати на поточні кібератаки, але й надає можливість довгострокового планування для загального покращення кіберзахисту організації.

HUMINT, у поєднанні з іншими методами розвідки, такими як OSINT, CSINT, TECHINT, забезпечує підвищення ефективності прийняття рішень. Завдяки більш глибокому розумінню загроз та суб'єктів загрози, Defense команди мають змогу розробляти і впроваджувати більш ефективні стратегії безпеки.

ДЖЕРЕЛА

1. Najjar S. Uncovering Cyber Threats through HUMINT Techniques. Medium. URL: <https://osintteam.blog/uncovering-cyber-threats-through-humint-techniques-b5512691add0>.
2. Warner C. Pyramid of Pain in Cyber Threat Intelligence. Medium. URL: <https://warnerchad.medium.com/the-pyramid-of-pain-in-cti-575a1da23cae>.
3. Leveraging Traditional HUMINT Methodologies in Cyberspace - Pentestmag. Pentestmag. URL: <https://pentestmag.com/leveraging-traditional-humint-methodologies-in-cyberspace/>.
4. Praditya, E., Maarif, S., Ali, Y., Saragih, H. J. R., & Duarte, R. (2024). The Role of Human Intelligence (Humint) in Deterring Cyber-Attacks and Digital Disruption. Migration Letters, 21(4), 455-465.



РОМАН ОДАРЧЕНКО отримав ступінь бакалавра з телекомунікацій у Національному авіаційному університеті в 2009 році, ступінь магістра за спеціальністю «Телекомунікаційні системи та мережі» в 2010, кандидата технічних наук - в 2013 та доктора технічних наук в 2019 році. У 2021 році отримав вчене звання професора. Нині автор обіймає посаду декана Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій у Національному авіаційному університеті (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — телекомунікаційні системи та мережі, мережі 5G, системи кібербезпеки.



АЛЛА ПНЧУК здобуває освіту першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» у Національному авіаційному університеті (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — телекомунікаційні системи та мережі, мережі LTE/5G, безпека веб-додатків, системи інформаційної безпеки.



ОЛЕГ ПОЛІГЕНЬКО отримав ступінь бакалавра з телекомунікацій у Національному авіаційному університеті у 2014 році, ступінь магістра з телекомунікацій у Національному авіаційному університеті у 2016 та ступінь кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». Нині автор працює над здобуттям ступеня доктора технічних наук в Національному авіаційному університеті. Серед наукових інтересів — системи кібербезпеки, інформаційні технології.

СТРАТЕГІЇ ЗАХИСТУ СКЛАДНИХ МЕРЕЖЕВИХ ТА БАГАТОШАРОВИХ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ ВІД ЦІЛЕСПРЯМОВАНИХ АТАК ТА НЕЦІЛЬОВИХ УРАЖЕНЬ

Олександр Поліщук

Провідний науковий співробітник, Лабораторія моделювання та оптимізації складних систем, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів, Україна

ORCID: 0000-0002-0054-7159

E-mail: od_polishchuk@ukr.net

***Анотація.** Аналізуються основні види негативних внутрішніх та зовнішніх впливів, які можуть порушити структуру та дестабілізувати процес функціонування складних мережевих та багатошарових мережевих систем. Серед таких впливів насамперед виділяються цілеспрямовані атаки та нецільові ураження цих систем. Описуються типові стратегії захисту мережевих систем від цілеспрямованих атак та аналізуються їх переваги та недоліки. Показано, що сценарії цілеспрямованих атак можуть бути успішно використані для протидії поширенню нецільових уражень системи і навпаки. Проаналізована проблема вибору моделі мережевої системи з метою її використання для визначення показників важливості елементів, які підлягають першочерговому захисту. Показані переваги застосування структурної та потокової моделей мережевих систем та міжсистемних взаємодій для оцінювання втрат, заподіяних системі унаслідок ураження.*

Ключові слова: мережева система, міжсистемні взаємодії, уразливість, цілеспрямована атака, нецільове ураження.

I. ВСТУП

Кожна природна або створена людиною система є уразливою до багатьох внутрішніх та зовнішніх негативних впливів. Клімат та стан біосфери Землі погіршуються під дією індустріального суспільства, фінансові кризи та збройні конфлікти негативно впливають на економіку, демографічні процеси та соціальні настрої населення, поширення неправдивої інформації спотворює суспільну думку громадян, терористичні і хакерські атаки, стихійні лиха та техногенні катастрофи, епідемії небезпечних інфекційних захворювань і комп'ютерні віруси тощо створюють загрози для процесу функціонування багатьох важливих для життєдіяльності людини реальних систем [1, 2]. У теорії складних мереж основна увага дослідників зосереджена на вивченні випадкових негативних впливів та послідовних цілеспрямованих атак на структуру системи [3]. Проблемі уразливості процесу функціонування складних мережевих систем (МС) приділяється значно менша увага. Безумовно, ураження структури негативно впливає на процес функціонування системи, однак збої в її роботі можуть виникати і за неуразженої структури [4]. Чітке розуміння можливих способів ураження системи та їх особливостей безумовно допоможе у розробленні дієвих засобів захисту, протидії поширенню та якнайшвидшому подоланню наслідків таких уражень і поверненні системи до нормального функціонування.

II. УРАЖЕННЯ СКЛАДНИХ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ

Особливістю сучасних досліджень стійкості МС до різномірних негативних впливів є розроблення сценаріїв послідовного ураження найважливіших зі структурного погляду вузлів мережі [3], хоча очевидно, що одночасна атака на групу таких вузлів або загальносистемна атака, яка у тій або іншій мірі вражає усі елементи МС, є значно небезпечнішою для будь-якої реальної мережевої системи. Відмінною рисою цілеспрямованих атак є їх умисність та штучний характер. Особливістю уражень цього типу є наявність цілі атаки, спрямованої на завдання якнайбільшої матеріальної та/або морально-психологічної шкоди атакованій системі, та «зловмисника», який цю атаку планує та здійснює. Поряд із цілеспрямованими атаками, на систему можуть негативно впливати й інші чинники природного або штучного характеру (поширення інфекційних захворювань, затори у великих містах тощо), які за багатьма ознаками можуть бути схожими до таких атак (поширення комп'ютерних вірусів, DDoS-атаки і т. ін.). Такі впливи часто є непередбачуваними та не мають ні явного «зловмисника», ні наперед визначеної цілі. Вони можуть бути достатньо масштабними і втрати, які заподіюють системі подібні «нецільові» ураження, часто перевищують наслідки масових цілеспрямованих атак [5, 6]. Труднощі точної класифікації типу ураження часто бувають пов'язані із невизначеністю його причини, адже умисний підпал лісу та необачно кинутий недопалок призводять до однакових наслідків. Водночас подібні причини, наприклад, епідемії коронавірусів SARS Cov-1 у 2002 році в Китаї, MERS у 2010 році на Близькому Сході та SARS Cov-2 у 2019 році в Ухані можуть призводити до різних наслідків, адже лише остання переросла у світову пандемію. Багаточинниковість впливів, наявність багатьох спільних ознак, спосіб дії і часто суб'єктивний фактор, який практично неможливо врахувати, є основними причинами складності класифікації системних уражень.

Ураження системи можуть бути очікуваними (умовно передбачуваними) та неочікуваними, локальними, груповими або загальносистемними, послідовними або одночасними, централізованими або децентралізованими, розгортатися з різною швидкістю та порушувати структуру системи або дестабілізувати процес її функціонування. Першим кроком для організації захисту системи є формування сценаріїв цілеспрямованих атак, тобто послідовності дій, за допомогою яких потенційний «зловмисник» намагатиметься заподіяти якомога більших втрат атакованій системі. Тому найбільш дієві сценарії атак формуються, коли їх розробник «ставить себе» на місце зловмисника, який мінімальними засобами намагається завдати максимальної шкоди найважливішим зі структурного та/або функціонального погляду елементам системи. Корисність таких сценаріїв полягає у тому, що вони, даючи картину найвірогіднішого розвитку ураження певного типу, дозволяють створювати найбільш ефективні засоби захисту від нього. Розробленню кожного сценарію повинно передувати вироблення критеріїв успішності атаки. Зі структурного погляду такими критеріями можуть бути поділ МС на незв'язні складові, зменшення довжини найкоротшого шляху, знищення заданої кількості найважливіших за певними ознаками вузлів мережі і т. ін. [7], а з функціонального – припинення, суттєве обмеження або десинхронізація руху потоків чи створення умов критичного навантаження її найважливіших елементів чи підсистем [5]. Сценарії цілеспрямованих атак на систему часто дають змогу розробляти дієві засоби протидії поширенню нецільових уражень МС і навпаки.

III. УРАЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ МІЖСИСТЕМНИХ ВЗАЄМОДІЙ

Процеси, що перебігають у багатошарових мережевих системах (БШМС), які описують міжсистемні взаємодії, є значно складнішими [8]. Успішна цілеспрямована атака на одну із МС, яка приймає участь у таких взаємодіях, або її нецільове ураження тим або іншим чином

негативно впливає на процес функціонування усіх пов'язаних із нею систем, як це сталося під час поширення пандемії Covid-19 [5]. Водночас, існують загальносистемні атаки на окремі або всі шари БШМС, до яких можна віднести гібридні війни або комплексні економічні, фінансові, політичні та інші санкції, які застосовуються до країн, що несуть загрозу світовій безпеці [6]. Світова спільнота виявилася неготовою до своєчасної протидії та подоланню наслідків таких уражень, що свідчить про необхідність розроблення методів, які допомагали б глибше розуміти подібні процеси та захищати структуру та процес функціонування як окремих мережевих систем, так і міжсистемних взаємодій різних типів, а також сприяти їх якнайшвидшому відновленню та поверненню до звичної життєдіяльності.

IV. ВИСНОВКИ

Людство постійно зіштовхується з багатьма глобальними викликами природного та штучного характеру – війнами, епідеміями небезпечних інфекційних захворювань, фінансово-економічними кризами, стихійними лихами та техногенними катастрофами тощо. І цілеспрямовані атаки, і нецільові ураження реальних складних систем часто мають багато спільних ознак та подібні наслідки. Незважаючи на передбачуваність та повторюваність таких подій, їх поява нерідко викликає розгубленість відповідних управлінських структур та їх неспроможність своєчасно відреагувати на загрози, що виникли. Тому розуміння ризиків, які можуть знищити структуру та дестабілізувати процес функціонування багатьох реальних систем та забезпечення своєчасного захисту від них є одним із основних завдань систем управління створених людиною та систем моніторингу природних МС та БШМС [9, 10]. У роботі на підставі структурної та потокової моделей МС та БШМС визначені показники важливості її елементів та підсистем, які потребують першочергового захисту до або відновлення під час та після ураження. Показано, яким чином ці моделі дають змогу кількісно оцінювати рівень втрат, заподіяних системі, та розробляти стратегії її якнайшвидшого повернення до нормальної життєдіяльності.

ДЖЕРЕЛА

1. Sawada Y., Bhattacharyay M., Kotera T. (2019) Aggregate impacts of natural and man-made disasters: A quantitative comparison. *International Journal of Development and Conflict*, 9(1), 43-73.
2. Поліщук О.Д., Яджак М.С. (2023) *Моделі та методи комплексного дослідження складних мережевих систем та міжсистемних взаємодій*. Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів, 385с.
3. Nguyen Q. et al. (2019) Conditional attack strategy for real-world complex networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 530, 12156.
4. Polishchuk O.D. (2020) Vulnerability of Complex Network Structures and Systems. *Cybernetics and System analysis*, 56 (2), 312-321.
5. Vitenu-Sackey P.A., Barfi R. (2021) The impact of Covid-19 pandemic on the global economy: Emphasis on poverty alleviation and economic growth. *The Economics and Finance Letters*, 8 (1), 32-43.
6. Bluszcz J., Valente M. (2022) The Economic Costs of Hybrid Wars: The Case of Ukraine. *Defence and Peace Economics*, 33 (1), 1-25.
7. Mariyam J., Lekha D.S. (2022) *Need for a realistic measure of attack severity in centrality based node attack strategies*. In: *Complex Networks*, Ed. by R.M. Benito et al, Springer, Cham, 857-866.
8. Bianconi G. (2018) *Multilayer Networks: Structure and Function*. Oxford University Press, Oxford, 416p.

9. Поліщук О.Д., Яджак М.С. (2018) Мережеві структури та системи: III. Ієрархії та мережі. Системні дослідження та інформаційні технології, 4, 82-95.
10. Proletarsky A. et al (2020) Decision support system to prevent crisis situations in the socio-political sphere. *Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges*, 301-314.



ОЛЕКСАНДР ПОЛІЩУК отримав ступінь доктора технічних наук зі спеціальності «системний аналіз і теорія оптимальних рішень» у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) у 2021 році. Має звання старший науковий співробітник (2008). Наразі працює на посаді провідного наукового співробітника в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача Національної академії наук України. Автор трьох монографій та понад 200 наукових праць. Серед наукових інтересів – прикладний системний аналіз, теорія оцінювання, інтелектуальний аналіз даних, теорія оптимального управління, математична фізика, чисельні методи.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КРИПТОГРАФІЧНИХ ПРОТОКОЛІВ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Олексій Шайна¹, Андрій Фесенко²

¹аспірант кафедри кібербезпеки, Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ORCID: 0009-0003-5707-0544

E-mail: p.paryge@gmail.com

²к. т. н., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID: 0000-0001-5154-5324

E-mail: aafesenko88@gmail.com

***Анотація.** У дослідженні розглянуті кіберфізичні системи, їх застосування у військовій промисловості та основні загрози, які існують для них. Розглядається актуальність розробки ефективних рішень для протидії наявним загрозам.*

Ключові слова: кіберфізична система, розробка, загроза, протидія

I. ВСТУП

Кіберфізичні системи (КФС) - це інтеграція комп'ютерних елементів та фізичних процесів, що дозволяє створювати розумні системи з реальним світом. КФС відіграють величезну роль у військовій галузі, допомагаючи поліпшити ефективність, точність та координацію військових операцій. Хочу навести деякі приклади, задля розуміння використання систем. БПЛА - КФС використовується для створення безпілотних систем, які забезпечують нагляд, розвідку та атаку на ворожі об'єкти. Військові роботи – кіберфізичні системи використовуються для створення військових роботів, які значно впливають на поле бою, допомагаючи зберегти набагато більше життів. Мережі зв'язку та комунікацій - КФС допомагають створити надійні та стійкі мережі зв'язку для військових. Вони можуть включати сучасні технології передачі даних, криптографічний захист і мережі, які можуть адаптуватися до змінних умов на полі бою. Системи управління бойовими діями – КФС використовується для розробки систем управління боем. Це допомагає командам приймати більш обґрунтовані рішення. Також КФС використовуються для створення віртуальних середовищ для навчання військового персоналу.

II. ЗАГРОЗИ КІБЕРФІЗИЧНИМ СИСТЕМАМ

Через те, що кіберфізичні системи в сучасних бойових діях відіграють вагомую роль, вони нерідко стають об'єктами для атак. Хотілось би детальніше розказати про типи загроз, які існують для КФС. Насамперед це кібератаки, які спрямовані на експлуатацію шкідливого програмного забезпечення. Нерідко можна побачити новини, коли бпла становляться жертвами атаки шкідливого ПО, потребуючи оновлення прошивки. Одним із прикладів такої атаки може бути використання шкідливого коду для зламування або обходу криптографічних заходів захисту. Засобом перешкоджання може бути використання більш захищених криптографічних протоколів. Прешкоджання сигналів – одна з основних загроз, яка врешті рещт призводить до втрати системи, через відсутній зв'язок. Наприклад засоби

радіоелектронної боротьби, які перешкоджають зв'язку між оператором БПЛА та дроном. Фальсифікація даних – загроза, яка може спотворити передачу даних. В такому випадку, наприклад, той самий БПЛА розвідки, може надавати нерелевантну інформацію стосовно об'єкту спостереження. І в решті решт кіберфізичні загрози, які можуть вплинути як на цифрові, так і на фізичні аспекти КФС. Наприклад можлива спроба використання ПО для маніпулювання фізичними компонентами або змінювати фізичні параметри апарата

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Підсумовуючи все вище зазначене, КФС використовується в різних сферах життєдіяльності військового сектора, і не рідко становляться об'єктами атак з боку супротивника. Для мінімізації ризиків слід провести більш детальний аналіз існуючих загроз, задля підвищення ефективності захисту криптографічних протоколів в КФС.

ДЖЕРЕЛА

1. Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку [Електронний ресурс] // 1 МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ІМЕНІ ГЕРОЇВ КРУТ. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://sprotyvg7.com.ua/wpcontent/uploads/2023/09/c_2021.pdf<https://careers.epam.ua/blog/test-automation-tools/>.
2. Кіберфізична система [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Кіберфізична_система
3. ВИДИ ЗАГРОЗ У КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ [Електронний ресурс] // Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра електронних обчислювальних машин. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/2b90591e-14f4-4e96-8180-3532208f49df/content>



ОЛЕКСІЙ ШАЙНА отримав ступінь магістра з інформаційної безпеки у Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2023. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з інформаційної безпеки в Національному авіаційному університеті (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — підвищення ефективності криптографічних протоколів в кіберфізичних системах



АНДРІЙ ФЕСЕНКО к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації факультет інформаційних технологій Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси — автоматизація в інформаційних технологіях, системи захисту інформації, криптографія, квантові системи захисту інформації.

Section

**Systems and technologies
of artificial intelligence**

Секція

**Системи та технології
штучного інтелекту**

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR CLASSIFICATION OF IMAGES OF BRAIN TUMOR

Dmytro Berezhnyi¹, Stepan Bilan²

¹Student, the department of intellectual technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: berezhnyid@knu.ua

²Ph.D., associate professor, the department of intellectual technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: stepan.bilan@knu.ua

Abstract. *The early detection of brain tumors is critical for effective treatment and improved patient outcomes. Traditional diagnostic methods often prove ineffective in the early stages, prompting the need for more advanced approaches. This study explores the utilization of convolutional neural networks (CNNs) for brain tumor detection, specifically leveraging transfer learning to address the scarcity of labeled data in healthcare. Using the VGG-16 model as a base, the implemented CNN achieved accuracy rates of 98% on the training dataset and 97% on the test dataset.*

Keywords: brain tumors, Convolutional Neural Networks (CNNs), transfer learning, VGG-16, accuracy.

I. INTRODUCTION

Detecting malignant tumors in humans or animals is a pressing medical issue. Cancer seriously threatens the lives and health of many people. Early detection of cancer is extremely important for successful treatment and increases the chances of recovery. A special place among all types of tumors belongs to brain tumors, because the human brain is the main organ of the central nervous system (CNS). The CNS controls such bodily functions as movement, coordination, hearing, speech, and cognitive abilities. Neoplasms that develop in the brain structures can disrupt normal brain function and cause symptoms such as headaches, movement problems, loss of sensation, mood changes, memory problems, and other neurological disorders.

Diagnosing a brain tumor takes a long time and relies heavily on the radiologist's abilities and experience. The amount of data that must be handled has increased dramatically as the number of patients has increased, making old procedures both costly and ineffective [1]. In the past, cancer detection often relied on traditional diagnostic methods such as biopsy, ultrasound, and radiography. However, these approaches are not always effective in the early stages of the disease, when the relevant signs are not yet visible or suitable for sufficient interpretation. That is why, new methods based on the use of convolutional neural networks (CNNs) have emerged and have shown great potential in detecting cancerous tumors. The use of CNNs can greatly facilitate and improve the interpretation of MRI brain images, which are used to detect cancer.

II. DATA AND METHODOLOGY

In healthcare, there is often not enough labeled data to train accurate machine learning models. Therefore, it poses a significant challenge for developing robust machine learning models. Transfer learning has emerged as a powerful technique to solve the problem of the scarcity of labeled data in the field of medical image analysis, particularly in the development of CNN models

for tumor detection. Transfer learning is a strategy wherein the knowledge mined by a CNN from given data is transferred to solve a different but related task, involving new data, which usually are of a smaller population to train a CNN from scratch. [2]

To implement brain tumor classification, the VGG-16 model was chosen as the base for transfer learning. VGG16 is one of the most widely used models for solving computer vision problems. This architecture consists of 16 layers: 13 convolutional layers with ReLU activation functions with 3x3 filters, as well as 3 fully connected layers, the last layer usually with Softmax activation function. After each convolution layer, pooling (usually maximum) is performed.

III. RESULTS AND ANALYSIS

In the implemented model, the last 4 layers of VGG-16 were trained. Also, after VGG-16 layers, two dense layers were added with 256 and 128 neurons respectively. The last layer in the developed model is a softmax layer with 4 neurons. To build the model, 4 blocks were used, 3 convolutional and 1 classification.

As a result, the model showed 98% accuracy on the training dataset (4571 images) and 97% accuracy on the test dataset (1151 images). The model correctly recognized 19 out of 20 randomly selected for demonstration purposes images from the test dataset. The model made a mistake in only one example. The model did not recognize a meningioma, classifying the example as no tumor.

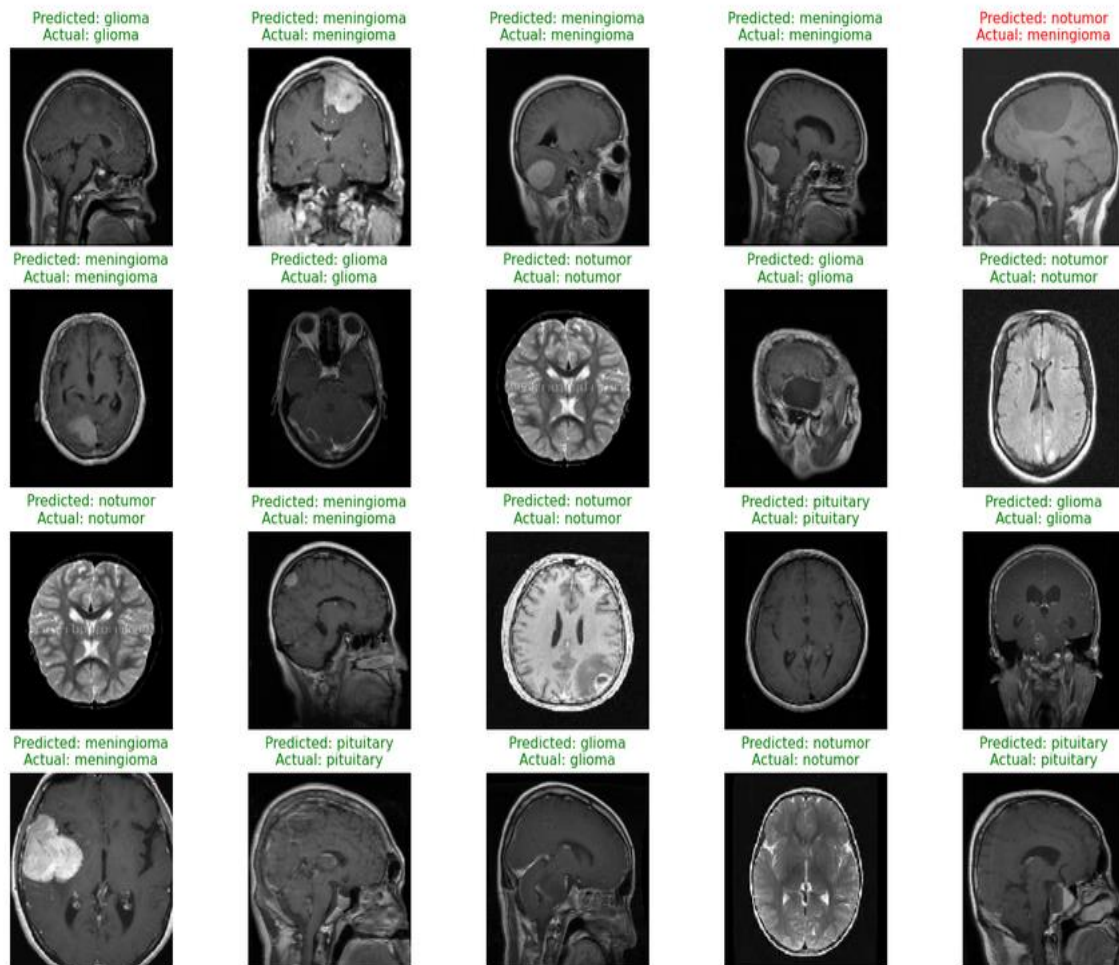


Figure 1. Results of classification of the model

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

In conclusion, the model's robust performance demonstrates its potential as a valuable tool in medical imaging analysis for the timely and accurate identification of brain tumors. However, it should be noted, that despite high accuracy, the model classified one of the meningioma samples as the sample without a tumor. Therefore, this model can serve as a preliminary diagnosis in the early stages of the disease, and further human expertise is needed.

REFERENCES

1. Hanaa ZainEldin, Samah A. Gamel, El-Sayed M. El-Kenawy, Amal H. Alharbi, Doaa Sami Khafaga, Abdelhameed Ibrahim, Fatma M. Talaat “*Brain Tumor Detection and Classification Using Deep Learning and Sine-Cosine Fitness Grey Wolf Optimization*”.
2. Apostolopoulos & Mpesiana (2020) Apostolopoulos ID, Mpesiana TA. Covid-19: automatic detection from x-ray images utilizing transfer learning with convolutional neural networks. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*. 2020.

DMYTRO BEREZHNYI received the B.S. degree in computer science from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2022. He is currently pursuing the M.S. degree in Computer Science at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include deep learning, machine learning, computer vision, data visualization.

STEPAN BILAN completed his studies at Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine. He is currently the associate professor at the department of intellectual technologies at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include artificial intelligence, image processing and recognition, computer graphics, information security, cellular automata, biometric identification, pseudo-random number generators, modeling of dynamic processes.

COMPARISON OF SIMILARITY METRICS FOR HIGH-DIMENSIONAL DOCUMENT VECTORS

Danylo Boiko

Master's student, Department of Software Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0009-0005-6341-0095

E-mail: danylo.boiko@knu.ua

Abstract. *The theses delve into the question of choosing the right similarity metric for comparing high-dimensional document vectors. Explored the rationality of using cosine, Euclidian distance, and dot product metrics for a natural language-based search engine. Investigated a common machine learning phenomenon called the "curse of dimensionality" that arises while analyzing, and organizing data in high-dimensional spaces.*

Keywords: similarity metrics, high-dimensional vectors, curse of dimensionality.

I. INTRODUCTION

To process any natural language task [1] by a machine, it is first necessary to break down text and organize it into building blocks that retain meaning, context, topics, information, and sentiments. This process is called tokenization [2] and uses a dictionary or lexicon of numeric tokens corresponding to a given part of natural language. It is possible to compare vector values using different distance metrics (cosine, Euclidian distance, and dot product) [3] to judge how similar two documents are. But the sad truth is that vectors become exponentially farther apart in terms of Euclidean distance as the number of dimensions increases. One example of a natural language use case is sorting documents based on their distance from another document, such as a search query. This operation becomes impractical when the number of measurements exceeds around 20 while using Euclidean distance to measure the closeness of documents. There is no "one size fits all" distance metric, and for natural language applications, there needs to be an efficient measure for the distance between documents. In machine learning, metrics can be based on each other, and similarity metrics for high-dimensional vectors are no exception.

II. DATA AND METHODOLOGY

The cosine similarity measures the angle between two vectors, with the idea that similar vectors point in a similar direction based on formula 1. When two vectors are perfectly matched, their cosine similarity is 1; when they are total opposites of each other, their cosine similarity is -1; and when they are orthogonal to each other, their cosine similarity is 0.

$$\text{Cosine (a, b)} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \times b_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i^2}} \quad (1)$$

where a, b – vectors and n – dimension of the vector space.

The Euclidean distance between two vectors is calculated as the square root of the sum of the squared differences of their elements based on formula 2. The distance can be any value between zero and infinity. If the distance is zero, the vectors are identical. The larger the distance, the farther apart the vectors are.

$$\text{Euclidean Distance } (a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2} \quad (2)$$

where a, b – vectors and n – dimension of the vector space.

The dot product (3) takes two vectors and multiply them together based on formula 3. The dot product will be negative if the vectors are in different directions and positive if the vectors are in the same direction.

$$\text{Dot Product } (a, b) = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (3)$$

where a, b – vectors and n – dimension of the vector space.

The cosine similarity uses the dot product. The cosine determines the angle, whereas the dot product determines the angle and magnitude. For normalized data, the magnitude is no longer observable, which means that the cosine and dot product metrics are exactly the same.

III. RESULTS AND ANALYSIS

Established that, due to the curse of dimensionality, measuring the Euclidean distance between two high-dimensional document vectors is useless since they would be very far apart, just because of the vastness of the space they inhabit. That means the best way is to use cosine similarity, measuring the cosine of the angle between the two document vectors.

The cosine similarity metric can be easily integrated into a vector-based search engine and query large datasets, containing tens or hundreds of millions of pages, and still respond to queries in a tiny fraction of a second. Vectors integration also improves search algorithms by making them work not only based on keywords but also pay attention to the semantic meaning of each query, resulting in more relevant and nuanced search results that truly understand the user's intent.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

The theses explored the challenge of choosing the right similarity metric for comparing high-dimensional document vectors in a natural language search engine context. Investigated the limitations of Euclidean distance due to the “curse of dimensionality” and demonstrated the advantages of using cosine similarity. The analysis revealed that cosine similarity effectively measures the angle between vectors, taking into account both direction and magnitude, making it ideal for high-dimensional spaces. Choosing the right comparison metric will unlock the full potential of a vector-based search engine, paving the way for a more meaningful search experience for the user, not just correctly but also efficiently.

REFERENCES

1. Zhou J., Gandomi A. H., Chen F., Holzinger, A. (2021) Evaluating the quality of machine learning explanations: A survey on methods and metrics. *Electronics*, 10(5), 593.
2. Mitra A. (2020) Sentiment analysis using machine learning approaches (Lexicon based on movie review dataset). *Journal of Ubiquitous Computing and Communication Technologies (UCCT)*, 2(3), 145–152.
3. Chowdhary K., Chowdhary K. R. (2020) Natural language processing. *Fundamentals of artificial intelligence*, 603–649.



DANYLO BOIKO received the B.S. degree in software engineering from Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine, in 2023. He is currently pursuing the M.S. degree in software engineering at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include distributed systems, cloud computing, and machine learning.

CARGO IDENTIFICATION SYSTEM FOR AUTOMATED WAREHOUSES

Artem Siryi¹, Stepan Bilan²

¹Student, Department of Intellectual Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: temaseruy@knu.ua

²Ph.D., associate professor, the department of intellectual technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: stepan.bilan@knu.ua

Abstract: *This article examines the vital role of processing and transportation speeds in logistics, emphasizing their impact on warehouse efficiency and the costly delays in cargo handling, averaging \$1,000 per hour. It introduces an automated system for cargo identification using the CV2 library and image processing, achieving 60% to 95% accuracy based on several factors. The piece suggests further improvements with deep learning and CNNs like ResNet and YOLO for efficient, real-time cargo recognition, potentially transforming warehouse automation by boosting efficiency, reducing labor, and enhancing productivity.*

Keywords: Logistics, Warehouse Management, Automated Cargo Identification, CV2 (OpenCV), Image Processing, Deep Learning, Efficiency, Productivity.

I. INTRODUCTION

The speed of handling and transporting goods within warehouses is crucial for the efficiency and competitiveness of logistical operations. According to the "Material Handling & Logistics US 2020 Market Report" [1] the processing speed of goods significantly impacts warehouse productivity and efficiency. Each hour of delay in cargo operations costs warehouses approximately \$1000 on average. Additionally, research indicates that loading and unloading goods represent one of the most time-consuming stages of warehouse operations. Thus, the speed of cargo processing is a key factor in ensuring efficient warehouse operations and reducing logistics costs.

II. DATA AND METHODS

Recognizing the urgent need for warehouse automation and minimizing reliance on human labor, our project focuses on developing an automated cargo identification system. This system aims to streamline the processes of cargo identification and classification, thereby increasing sorting speed and optimizing overall logistics efficiency. Automated warehouses require effective cargo identification methods to streamline logistical processes and ensure the efficient operation of conveyor systems. Utilizing the CV2 (OpenCV) library alongside real-time image preprocessing enables the development of a system capable of automatically identifying cargo on the conveyor belt. CV2 is a powerful computer vision library that offers extensive capabilities in image processing and object recognition. Its use enables high accuracy and processing speed even in real time. Preprocessing images before feeding them onto the conveyor belt reduces noise and enhances image quality, leading to more accurate cargo identification. This approach optimizes logistical processes by enabling fast and accurate cargo detection in warehouses, enhancing cargo flow management efficiency.

III. RESULTS AND ANALYSIS

The above-described methods have achieved significant results in object recognition and identification on the conveyor belt. The overall accuracy ranges from 60% to 95%, although this figure may be influenced by various factors such as dirt on the belt, different box sizes, additional stickers, and the close proximity of boxes to each other. To achieve maximum accuracy in cargo identification on the conveyor belt, several image processing methods were employed. Initially, images were converted to grayscale to simplify further analysis and highlight object contours. Then, a Gaussian filter was applied to reduce noise and enhance detail. Morphological closing was used to smooth object contours and remove minor irregularities. Finally, contour mapping and dimension visualization allowed for precise determination of their positions and sizes on the image, ensuring accurate cargo identification.

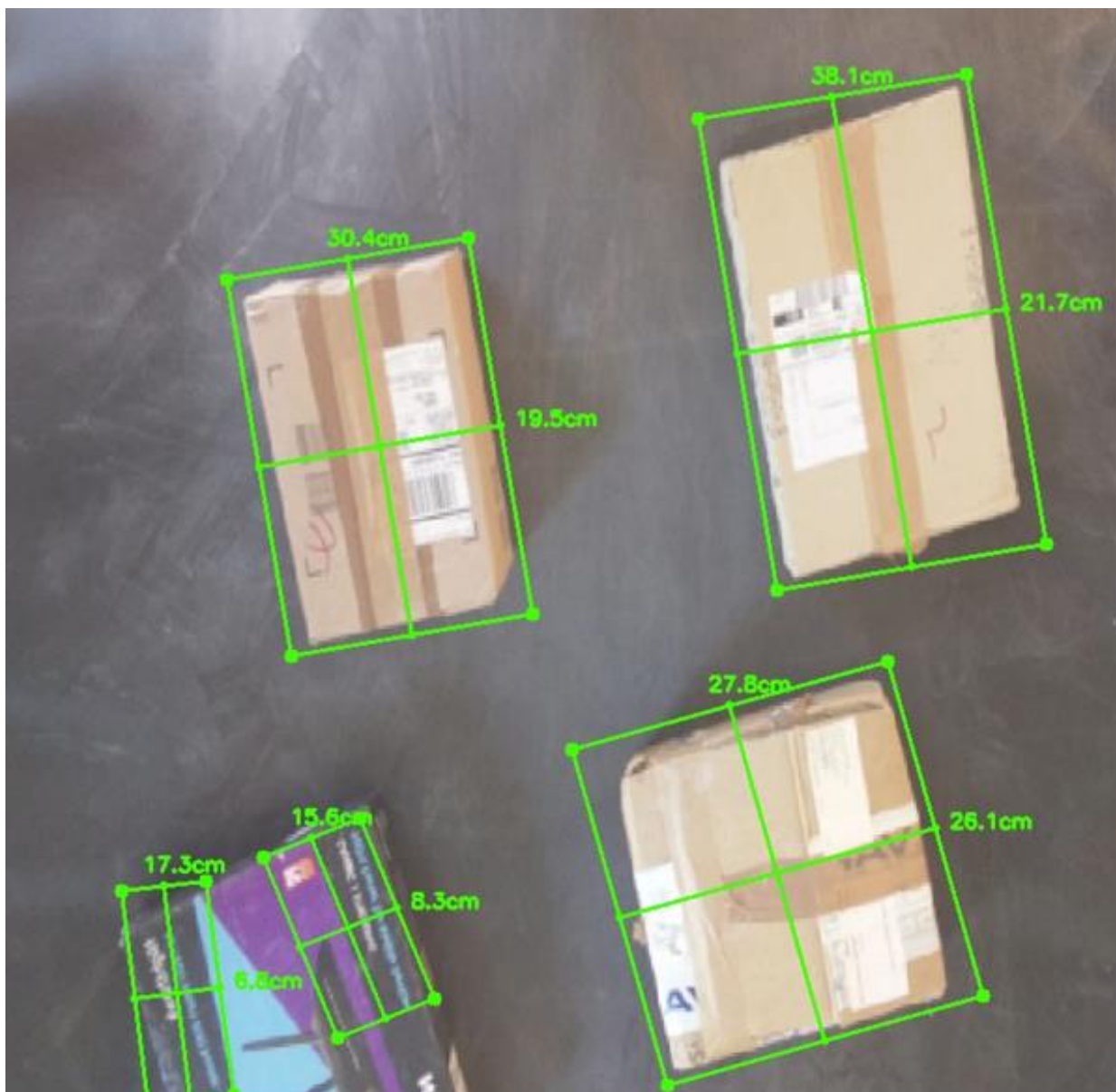


Figure 1. Results of object detection on the conveyor belt

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

Improving the current process of cargo identification on the conveyor belt can be achieved through deep learning methods and convolutional neural networks (CNNs). One possible approach is to use CNNs such as ResNet, YOLO (You Only Look Once), or SSD (Single Shot MultiBox Detector) [2]. These models enable automatic detection and classification of objects in images in real time without the need for preprocessing. Leveraging deep learning will automatically identify cargo features and train the model to recognize them directly from images, simplifying the identification process and increasing accuracy. Moreover, using CNNs will automate the recognition process and train the model on large volumes of data, helping refine the system and ensure fast and accurate object recognition on the conveyor belt.

In conclusion, the developed automated cargo identification system has enormous potential for revolutionizing warehouse automation. By automating the processes of cargo identification and classification, we can increase operational efficiency, reduce the need for manual labor, and optimize logistical workflows to enhance productivity and competitiveness in the modern warehouse environment.

REFERENCES

1. Gwynne Richards. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs. 2023
2. Use of recognition systems at sorting plants [online]. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/7/3337>



ARTEM SIRYI received the B.S. degree in computer science from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2022. He is currently pursuing the M.S. degree in Computer Science at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include computer vision, machine learning, preprocessing and data visualization.



STEPAN BILAN completed his studies at Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine. He is currently the associate professor at the department of intellectual technologies at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include artificial intelligence, image processing and recognition, computer graphics, information security, cellular automata, biometric identification, pseudo-random number generators, modeling of dynamic processes.

РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ЖЕСТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БІБЛІОТЕК PYTHON

Олександр Безверхий¹, Владислав Луц²

¹професор, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-0834-6335

E-mail: o_bezver@ukr.net

²асистент, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0009-0001-2948-6935

E-mail: tibet.septim@gmail.com

***Анотація.** Жестова мова є одним із основних засобів передачі інформації та спілкування. Мови жестів складаються з окремих знаків, які поєднуються в літери, слова та фрази за допомогою послідовного переходу від одного знака до іншого. У роботі розглядаються та розвиваються компоненти інформаційної технології перекладу української жестової мови. Метою даної роботи є проектування інформаційна система розпізнавання української жестової мови за допомогою Python. Розглядається інтеграція OpenCV, TensorFlow і Keras, реалізована в Python для розробки надійних і точних знаків система розпізнавання мови.*

Ключові слова: жестова мова, Python, OpenCV, TensorFlow, Keras.

I. ВСТУП

Проблема розробки мультимедійних систем розпізнавання елементів дактильної абетки жестової мови, як одного із засобів комунікації між людьми з вадами слуху, - актуальна [1]. Аналіз сучасних систем розпізнавання дактильної жестової мови для систем сурдоперекладу представлено в роботі [2]. Останніми роками прогрес у галузі штучного інтелекту (ШІ) і, зокрема, нейронних мереж, відкрив нові можливості для покращення життя людей з обмеженими можливостями. Однією з сфер, де нейронні мережі зробили значний внесок, є розпізнавання мови жестів. Нейронні мережі — це підмножина алгоритмів машинного навчання, створених на основі нейронної структури людського мозку. Ці мережі вивчають шаблони та зв'язки з даних, щоб робити прогнози чи класифікації. Використовуючи їх, ми можемо розробляти програми, які задовольняють унікальні потреби людей з обмеженими можливостями, допомагають їм подолати комунікаційні бар'єри та сприяють інклюзивності.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Жестова мова — це візуальний спосіб передачі сенсу, що використовує комбінацію жестів рук, міміки та рухів тіла [3]. Для створення інформаційної системи визнання жестової мови, ми виконаємо наступні кроки

1. Збір та обробка даних, включаючи відеозаписи різних знаків, виконаних різними підписувачами, трансформація відеозаписів у кадри, обробку зображень для покращення якості кадрів, таких як зміна розміру, нормалізація та зменшення шуму.

2. Навчання нейронної мережі за допомогою навчального набору даних, налаштовуючи ваги мережі для мінімізації помилки між прогнозованими та фактичними мітками. Оцінка навченої моделі на тестовому наборі даних для визначення її точності та узагальнювальності.

3. Розроблення програми на Python, яка завантажує навчену модель і обробляє відеовхід для визнання жестів у реальному часі. Використання бібліотек OpenCV і TensorFlow/Keras для обробки відео та виконання операцій нейромережі.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Створена інформаційна система для розпізнавання мови жестів за допомогою OpenCV, TensorFlow і Keras у Python. Розгорнута та крок за кроком інструкція для програмного коду виглядає наступним чином:

Крок 1: Імпорт необхідних бібліотек

```
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
import cv2
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from keras.utils import to_categorical
```

Крок 2: Встановлення шляху до набору даних та визначення списку міток мови жестів

```
dataset_path = "шлях_до_набору_даних"
labels = ["А", "Б", "В", "Г", "Д", "Е"] # список позначок мови жестів
```

Крок 3: Ініціалізація порожніх списків для даних і міток

```
data = []; labels_data = []
```

Крок 4: Завантаження та попередня обробка даних

```
for label in labels:
    for image_path in os.listdir(os.path.join(dataset_path, label)):
        img = cv2.imread(os.path.join(dataset_path, label, image_path))
        img = cv2.resize(img, (64, 64)) # зміна розміру до 64x64 пікселів
        data.append(img)        labels_data.append(label)
```

Крок 5: Перетворення даних та міток на масиви NumPy

```
data = np.array(data)
```

```
labels_data = np.array(labels_data)
```

Крок 6: Розділення набору даних на навчальний та тестовий

```
train_data, test_data, train_labels, test_labels = train_test_split(data, labels_data, test_size=0.2,
random_state=42)
```

Крок 7: Перетворення міток на вектори з одноразовим кодуванням

```
train_labels = to_categorical(train_labels)
```

```
test_labels = to_categorical(test_labels)
```

Крок 8: Визначення моделі розпізнавання мови жестів

```
model = keras.Sequential([
    layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(64, 64, 3)),
    layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dense(len(labels), activation='softmax')])
```

Крок 9: Компіляція моделі

```
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
```

Крок 10: Навчання моделі

```
model.fit(train_data, train_labels, epochs=10, batch_size=32, validation_split=0.2)
```

```
# Крок 11: Оцінка моделі на тестових даних
```

```
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(test_data, test_labels)
```

```
print(f'Test Accuracy: {test_accuracy}')
```

```
# Крок 12: Збереження навченої моделі
```

```
model.save('sign_recogn_model.h5')
```

```
# Крок 13: Визначення функції для розпізнавання жестів
```

```
def recognize_sign_language(image):
```

```
    resized_image = cv2.resize(image, (64, 64))
```

```
    normalized_image = resized_image / 255.0 # нормалізація до діапазону [0, 1]
```

```
    input_data = np.expand_dims(normalized_image, axis=0)
```

```
    prediction = model.predict(input_data)
```

```
    predicted_label = labels[np.argmax(prediction)]
```

```
    return predicted_label
```

```
# Крок 14: Використання функції для розпізнавання жестів
```

```
image_to_recognize = cv2.imread('imh_path.jpg')
```

```
recognized_label = recognize_sign_language(image_to_recognize)
```

У результаті виконаної роботи були здійснені наступні дії: 1. Проведено дослідження актуальних бібліотек для визначення мови жестів, таких як TensorFlow, Keras і OpenCV. 2. Наведено конкретні приклади використання цих бібліотек для розробки нейронних мереж за допомогою мови програмування Python. 3. Розроблено програмний код для тренування нейромережі на розпізнавання жестів, зокрема жестів алфавіту.

IV. ВИСНОВКИ

Нейромережі відкривають широкі можливості для покращення доступності для осіб із обмеженими можливостями, зокрема у сфері пізнання мови жестів. За допомогою штучного інтелекту ми можемо розробити надійні та точні системи, які зменшують комунікаційні бар'єри та сприяють інклюзивності. Python завдяки розгалуженій екосистемі бібліотек і фреймворків стає універсальною платформою для створення та впровадження таких систем.

ДЖЕРЕЛА

1. Кульбіда С.В. Українська дактилологія: посіб. К. : Педагогічна думка, 2007. 256 с.
2. Лихошерстов Д. О., Лебедев Д. Ю. Аналіз сучасної системи розпізнавання дактильної жестової мови для системи сурдоперекладу. Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. Т. 32 (71). № 6. С. 44–48.
3. Ковалинська І. Невербальна комунікація. К. : Освіта України, 2014. 289 с.



ОЛЕКСАНДР БЕЗВЕРХИЙ, доктор фізико-математичних наук, захистив докторську дисертацію в 2005 році. На даний момент автор є професором кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету Серед наукових інтересів – моделювання систем, проектування інформаційних систем, інтелектуальних управляючих систем, проектування кросплатформених додатків.



ВЛАДИСЛАВ ЛУЦ у 2020 році отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Національному транспортному університеті; у 2021 році отримав ступінь магістра комп'ютерних наук у Національному транспортному університеті. На даний момент автор є аспірантом кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Серед наукових інтересів – системи комп'ютерного зору.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СТАНУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ УПРАВЛІННЯ ЗВ'ЯЗКОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ ANFIS

Едуард Бовда¹, Юрій Самохвалов², Віктор Клименко³, Олександр Голуб⁴

¹Начальник кафедри, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-8267-2120

E-mail: edepig8305@ukr.net

²Професор кафедри, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5123-1288

E-mail: yu1953@ukr.net

³Старший викладач, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-7834-7213

E-mail: vklum55@ukr.net

⁴Викладач, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-1122-7667

E-mail: oleksandr.golub@viti.edu.ua

***Анотація.** Розглянуто метод ідентифікації стану телекомунікаційної мережі управління зв'язком із застосуванням нейронних мереж. Запропоновано модифікація моделі нейро-нечіткої мережі ANFIS з використанням алгоритму нечіткого виведення Такагі-Сугено. В моделі для ідентифікації стану телекомунікаційної мережі використовується власна база правил і зв'язки з зовнішніми базами знань. Навчання модифікованої моделі ANFIS здійснюється на основі чітких або нечітких параметрів телекомунікаційної мережі. Отримані результати дозволяють проводити аналіз і ідентифікацію поточного стану мережі та пропонувати варіанти управління телекомунікаційною мережею в нештатних ситуаціях.*

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, модель ANFIS, управління, нейронна мережа, ідентифікація.

I. ВСТУП

Сучасна телекомунікаційна мережа (ТКМ) відноситься до складних технічних систем [1]. Оперативне управління такою системою вирішується в не повній мірі через затримки сигнальної та управляючої інформації, що виникають при доставці її по каналах зв'язку і при обробці даних в проміжних комутаційних вузлах та затримки інформації, яка використовується для зміни параметрів мережевих вузлів, каналів, маршрутів і напрямів. Тому однією з головних задач управління є оперативна ідентифікація стану ТКМ та її складових – маршрутизаторів, комутаторів, вузлів зв'язку, каналів зв'язку, напрямків зв'язку в заданий період часу.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Для ідентифікації стану ТКМ в останній час широко застосовуються модель *ANFIS* (*Adaptive-Neuro-Fuzzy Inference System*) [2]. Але вона дозволяє ідентифікувати тільки стани нормального та аномального функціонування ТКМ. В докладі розглянута модифікація моделі *ANFIS*, яка дає можливість крім нормального та аномального стану ідентифікувати ще два додаткові стани, які уточнюють базові.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Нечітка нейронна мережа *ANFIS* представляється п'ятишаровою мережею прямого поширення.

Структура модифікованої моделі типу *ANFIS* наведена на рис. 1, яка складається з шести шарів (введено четвертий шар – класифікаційний, який на основі власної бази правил (БП), зв'язків з зовнішніми базами знань (БЗ) та у відповідності з алгоритмом навчання БЗ проводить встановлення типу поведінки елементів мережі на підставі чітких або нечітких параметрів даних) [2, 3].

Перший шар — являє собою вхідний шар (ідентифікатор), який отримує вектор вхідних значень, що характеризують параметри елемента мережі $X = (x_1, \dots, x_m)$, де m — кількість параметрів мережі.

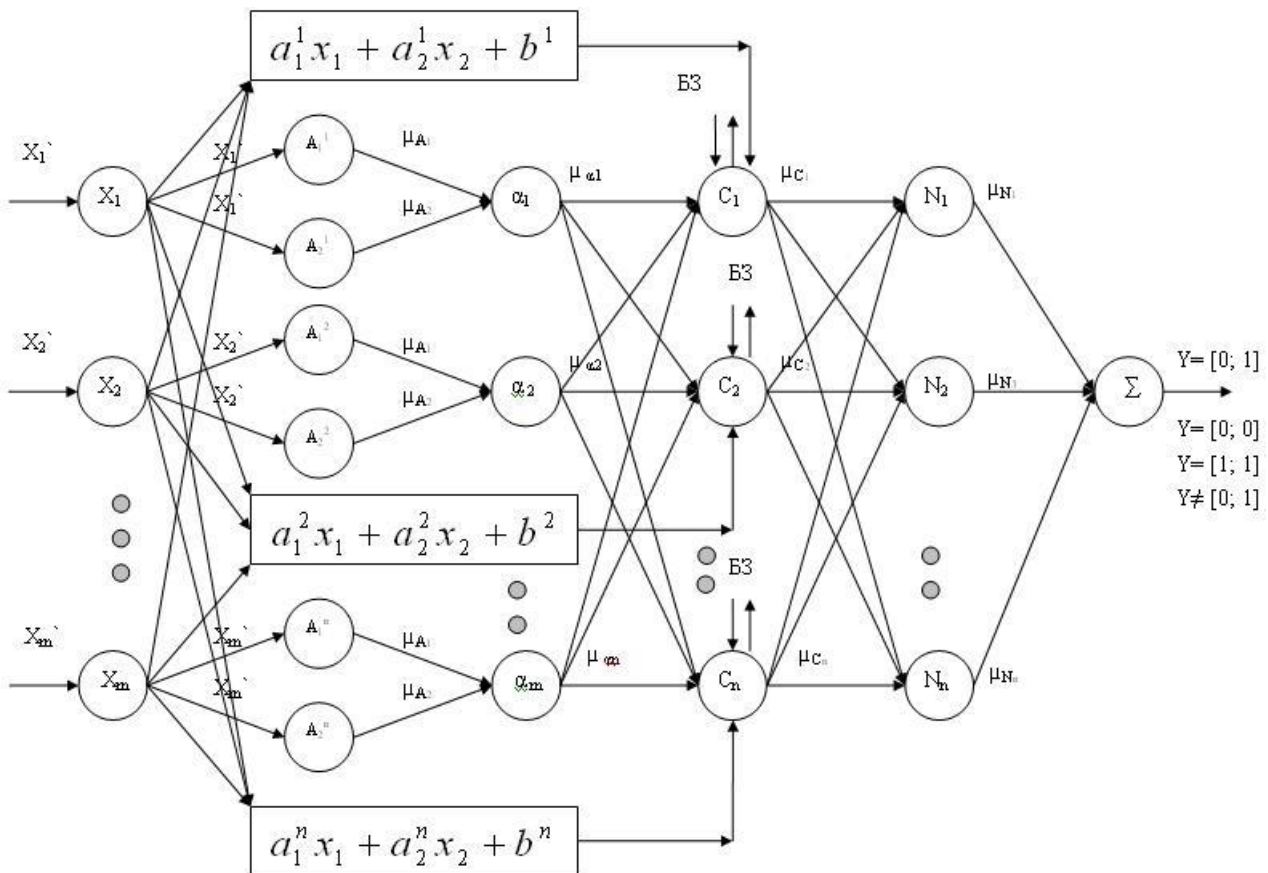


Рисунок 1. Структура модифікованої моделі *ANFIS*

Другий шар — визначає нечіткі терми множини вхідних величин. Вихід кожного (A_1, A_2), нейрона m -го параметру має вигляд: $A_{im}(x_m) = \mu_{A_i}(x_m)$, де x_m — вхідний сигнал m -го

елемента, A_i — лінгвістична змінна, яка відповідає нечіткій відповідності, μ_{A_i} — функція приналежності.

Третій шар — збір ступенів належності вхідних параметрів відповідним нечітким правилам та визначення переможного значення рівня відповідності {висока, низька}. Рівень активізації правила підраховується за виразом: $\alpha^l = \sum_{l=1}^n T\left(\mu_{A_1}(x_1), \mu_{A_n}(x_2)\right)$, $l = 1, 2$.

Четвертий шар — класифікаційний, який на основі власної бази правил (БП), зв'язків з зовнішніми БЗ та у відповідності з алгоритмом навчання БЗ, проводить встановлення типу поведінки на підставі чітких або нечітких параметрів даних. В даному шарі відбувається нормалізація рівнів істинності кожного правила $\beta_l = \alpha^l / (\alpha^1 + \alpha^2)$, $l = 1, 2$.

П'ятий шар — виходи нейронів даного шару являють собою добуток кожного нечіткого правила у вихід мережі. Вузол розраховує внесок нечіткого правила у вихід мережі. При виявленні параметрів, які характеризують відхилення у C_j нейроні, нейрон, який здійснив це виявлення, надає значенню параметра відповідний характеристичний терм, який свідчить про характеристики відхилень (параметри, види впливу на рівнях мережевої моделі OSI). Надалі дане вихідне значення надсилається до наступного шару мережі.

Шостий шар — представлений одним елементом – суматором, який обраховує відповідність виявлених нейронами значень відхилень нейрону від нормального стану (може бути чотири стани, які позначено на рисунку 1). Нейрон даного шару сумує виходи нейронів попереднього шару $y^l = \beta_1 y^1 + \dots + \beta_n y^n$.

Вихідна змінна з суматора передається підсистемі реалізації рішень у вигляді:

– якщо вихідне значення суматора рівне 1, то встановлене з'єднання оцінюється як «аномальне».

– якщо вихідне значення суматора рівне 0, то встановлене з'єднання оцінюється як „нормальне».

– якщо вихідне значення суматора ближче до аномального стану, або ближче до нормального стану, то з суматора надсилаються параметри нового виду відхилень – нововиявлених відхилень поведінки ТКМ для їх фіксації. Таким чином відбувається навчання шару нейронної мережі, в наслідок чого на виході класифікатора нововиявлених відхилень буде отримане значення щодо виявлення нового відхилення $Y = 1$.

Вихідне значення множин підраховується, як повне вихідне значення мережі Y та являє собою окремий підрахунок значень класифікації відхилень та виконання вищевказаної відповідності до значення нормального виду поведінки. При виявленні відхилення, на виході суматора з'являється відповідне значення щодо виявлення впізнаного відхилення, його ідентифікація та пропозиції для підсистемі реалізації рішень (на основі присвоєної терми), відносно варіантів реагування на виявлене відхилення.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

В докладі розглянуто метод ідентифікації стану телекомунікаційної мережі управління зв'язком, в основу якого покладена модифікована модель нейро-нечіткої мережі ANFIS з використанням алгоритму нечіткого виводу Такагі-Сугено, що дозволяє ідентифікувати та класифікувати стани елементів телекомунікаційної мережі, покращити якість навчання нейронної мережі, підвищити точність та швидкість виявлення відхилень в роботі елементів

телекомунікаційної мережі. Розвиток досліджень пов'язаний з розробкою механізмів ідентифікації стану ТКМ з урахуванням її якісних характеристик.

ДЖЕРЕЛА

1. Бовда Е. М., Романюк В. А., Плуговий Ю. А. Концептуальні основи синтезу автоматизованої системи управління зв'язком військового призначення. Збірник наукових праць ВІТІ, 2016. № 1. С. 6–18.
2. Сальник С. В., Сальник В. В., Стемпковська Я. А. Метод виявлення вторгнень в мобільних радіомережах класу MANET на основі нечіткої бази знань. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2016. № 4. С. 93–98.
3. Іванов С. М. Нейро-нечітка система управління недетермінованим економічним об'єктом. Херсон : Науковий вісник Херсонського державного університету, 2021. № 43. С. 86–90.



ЕДУАРД БОВДА отримав ступінь кандидата технічних наук у Військовому інституті телекомунікацій та інформатизації в 2004 році та вчене звання доцент кафедри бойового застосування математичного та програмного забезпечення в 2006 році. Нині автор працює у Військовому інституті телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут над докторською дисертацією. Серед наукових інтересів — автоматизовані системи управління телекомунікаційними системами, прогнозування стану телекомунікаційної мережі, побудова системи управління інформаційно-телекомунікаційними мережами.

ЮРІЙ САМОХВАЛОВ. Професор кафедри, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВІКТОР КЛИМЕНКО. Старший викладач, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ОЛЕКСАНДР ГОЛУБ. Викладач, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ НЕЧІТКОЇ ДВОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Валерій Гавриленко¹, Катерина Івохіна²

¹завідувач кафедри, професор, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID 0000-0001-9682-4204

E-mail: vvgavrilenko1953@gmail.com

²аспірант, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID 0009-0007-4223-1519

E-mail: ivohina@gmail.com

Анотація. Досліджено модель двокритеріальної оптимізаційної задачі комівояжера з нечітким часом, розв'язавши яку можна отримати компромісний розв'язок, що враховує як відстань, так і час руху. Розглянуто різні методи розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації, розроблено модифікації, враховуючи специфіку задачі комівояжера. Проведено обчислювальні експерименти для перевірки практичного застосування методів оптимізації.

Ключові слова: оптимізаційна задача комівояжера, нечіткий час переміщень, компромісний розв'язок, методи розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації.

I. ВСТУП

Нині обсяг ринку логістичних послуг росте щодня, і однією з важливих задач, яка потребує швидкого та конструктивного розв'язання, є задача комівояжера [1]. Її формальне завдання — знайти найкоротший маршрут (за часом або довжиною), який проходить через задану сукупність зв'язаних між собою пунктів (міст), що утворюють транспортну мережу регіону, та закінчується в точці відправлення. Найчастіше в цій задачі як критерій розглядається довжина маршруту. Проте існує набір чинників, що характеризує тривалість проходження шляху, невіддале врахування яких може спричинити додаткові витрати.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Розглядаючи задачу комівояжера з нечітким обліком часу [2] переміщення між окремими пунктами, що пов'язано з неможливістю врахувати вплив різних чинників на час переміщення, було звернено увагу на доцільність розгляду двокритеріальної задачі, у якій залишається необхідним урахування довжини маршруту комівояжера.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Маршрут комівояжера на мережі з n міст описується циклічною перестановкою номерів $tr = (j_1, j_2, \dots, j_n, j_1)$, причому всі j_1, \dots, j_n — різні номери. Припустимо, що відомі відстані між усіма парами вершин d_{ij} , які утворюють матрицю $D = \{d_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, n}$, а часові витрати на переміщення між пунктами задаються матрицею $\tilde{T} = \{\tilde{t}_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, n}$, з елементами

у вигляді нечітких трикутних чисел. Тоді математичне формулювання двокритеріальної нечіткої задачі комівояжера можна записати так: визначити оптимальний (ефективний за часом та довжиною) маршрут переміщення комівояжера, на якому цільові функції

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \text{ та } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

досягають мінімального значення за умови виконання обмежень:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \text{ для всіх } j = \overline{1, n}, \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \text{ для всіх } i = \overline{1, n}, \quad i - j + nx_{ij} \leq n - 1, \quad 1 \leq i \neq j \leq n, \quad (2)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ або } 1 \text{ для всіх } i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Тут можливі шляхи переміщень між містами визначаються матрицею $X = \{x_{ij}\}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$, $x_{ij} = 1$, якщо в маршруті для задачі присутнє ребро (i, j) , 0 — інакше.

Така постановка дозволяє узагальнити модель оптимізаційної задачі комівояжера з нечітким часом і отримати компромісний розв'язок, що враховує як відстань, так і час руху. Запропоновано метод розв'язання сформульованої двокритеріальної задачі оптимізації, який складається з двох послідовних етапів розв'язування однокритеріальних задач комівояжера з додатковим обмеженням, що накладається на величину отриманого оптимального значення альтернативного критерію. Визначено умови узгодженості критеріїв, сформульовано поняття двокритеріальної задачі оптимізації з нечіткою компромісною функцією цілі. Проведено обчислювальні експерименти на основі практичного застосування методів оптимізації, в рамках яких розв'язано приклад задачі комівояжера на мережі з 11 пунктів (рисунок 1) із заданими відстанями між окремими містами:

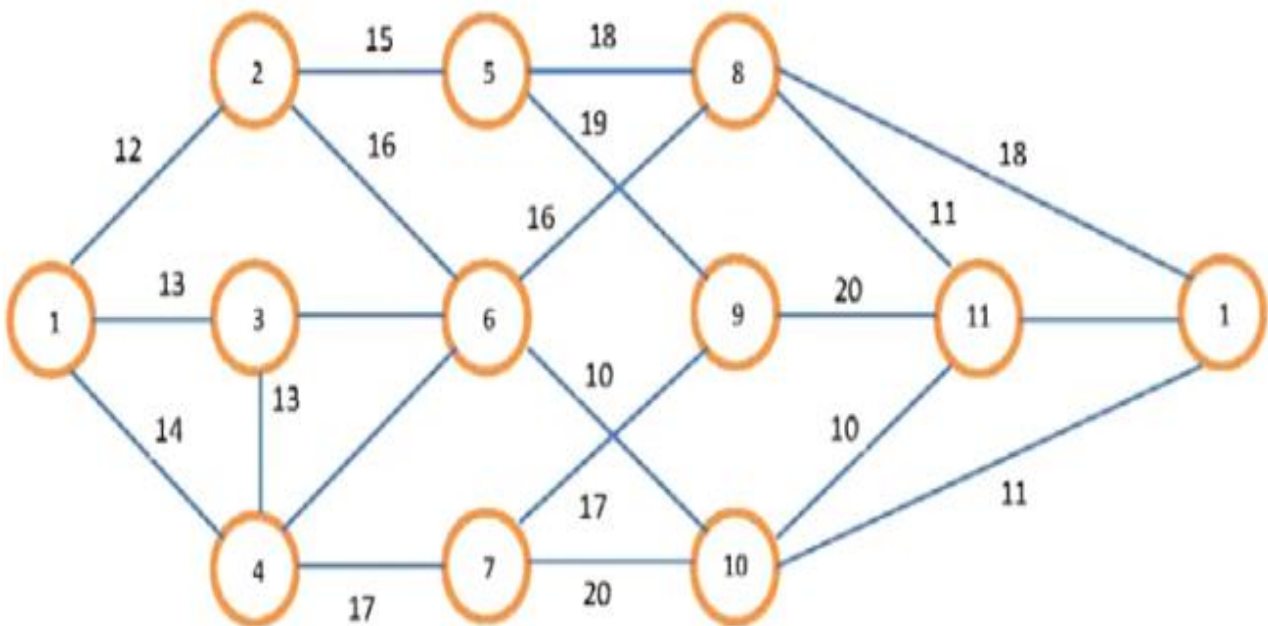


Рисунок 1. Приклад задачі комівояжера

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Отримані результати розрахунків підтвердили конструктивність методу пошуку ефективного розв'язку задачі комівояжера з урахуванням довжини маршруту та реального часу переміщення.

ДЖЕРЕЛА

1. Korte В., Vygen J. Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms (Algorithms and Combinatorics). Springer Berlin, Heidelberg, 2018. – 455 p.
2. Ivohin E. V., Gavrylenko V. V., Ivohina K. E. On the recursive algorithm for solving the traveling salesman problem on the basis of the data flow optimization method // Radio Electronics, Computer Science, Control. 2023. № 3. – Pp.41-147.



ВАЛЕРІЙ ГАВРИЛЕНКО у 1977 році закінчив механіко-математичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2000 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор є завідувачем кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Має вчене звання професор. Серед наукових інтересів – системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування.



КАТЕРИНА ІВОХІНА у 2022 році вступила до аспірантури за спеціальністю «Комп'ютерні науки» при кафедрі інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Наукові інтереси – застосування інформаційних технологій для розв'язання оптимізаційних задач.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Валерій Гавриленко¹, Ілля Пекневич²

¹завідувач кафедри, професор, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9682-4204

E-mail: vvgavrilenko1953@gmail.com

²асистент, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-9384-2080

E-mail: illia.peknevych@gmail.com

***Анотація.** Технології безпілотних літальних апаратів набувають все більшого значення через їх використання у цивільних та військових цілях. Водночас зростає занепокоєння щодо потенційних ризиків, які вони становлять для безпеки та конфіденційності. Основою для фіксації дронів можуть бути системи відеоспостереження чи фотофіксації у випадку релевантності варіанту візуального виявлення. Фокусом дослідження є ідентифікація безпілотників за допомогою технологій комп'ютерного зору з використанням вищезазначених фізичних систем. Для візуального виявлення була розроблена адаптована модель машинного навчання на базі сімейства моделей YOLO. Проведені експерименти на статичних зображеннях показали хороший рівень точності розробленої моделі.*

Ключові слова: дрон, глибоке навчання, виявлення об'єктів, YOLO.

I. ВСТУП

У сучасному світі спостерігається значний технологічний прогрес у розробці та впровадженні безпілотних літальних апаратів (БПЛА). З огляду на їх здатність досягати віддалених та важкодоступних місць, їх вплив на покращення оперативності та ефективності збору даних є беззаперечним [1].

Використання БПЛА не обмежується лише однією сферою: вони ефективно застосовуються у військовій галузі для розвідки та спостереження, у цивільних цілях для моніторингу навколишнього середовища, управління природними ресурсами, а також у сфері пошуку та порятунку для швидкої локалізації та допомоги людям у надзвичайних ситуаціях.

Однак, поряд з величезним потенціалом, який пропонують дрони, вони також несуть певні ризики та виклики. Зокрема, зростає занепокоєння щодо можливого використання БПЛА для деструктивних цілей, включаючи диверсійну розвідку, незаконне стеження та навіть терористичні атаки, що ставить під загрозу загальну безпеку та приватність громадян [2]. Ці виклики потребують розробки ефективних антидронових систем, які б дозволяли виявляти та нейтралізувати потенційно небезпечні БПЛА. Проте, реалізація таких систем стикається з технічними труднощами, особливо у випадках, коли необхідно точно ідентифікувати та відстежити швидкісні та малорозмірні цілі в різних погодних умовах.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

YOLO — це сімейство моделей, що базуються на згорткових нейронних мережах (CNN) та в тому числі використовуються для виявлення та класифікації об'єктів на зображеннях. Специфіка структури цих моделей відповідає необхідним вимогам для її використання в системах виявлення дронів. Модель YOLO складається з 3 компонентів: хребта, шиї та голови. Взаємодія цих компонентів дозволяє обробляти вхідне зображення і виконувати необхідних виявлення об'єктів. На Рисунок 1 показана типова структура взятого за основу одноступеневого детектора YOLO.

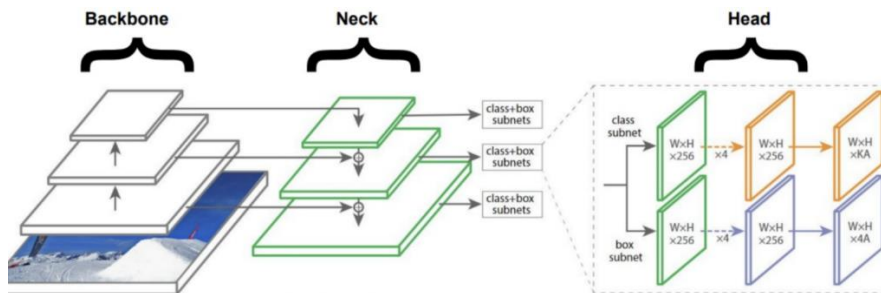


Рисунок 1. Архітектура одноступеневого детектора YOLO

Виходячи з того, що обрана модель потребує якісного навчання, відповідні вхідні дані мають вирішальне значення. Для проведення дослідження із ряду вільнодоступних джерел було зібрано близько тисячі оригінальних нерозмічених зображень. Набір містив різні по ракурсу, дальності та розміру зображення дронів для охоплення максимально широкого спектру можливих патернів. Наступним кроком була розмітка зібраного набору зображень, в ході якого дрон на зображенні позиціонувався у вигляді прямокутної обмежувальної рамки. Мітка для кожного зображення містила 4 координати зображення, що відповідають кутам визначеного прямокутника.

Модель була натренована на класичних для базової моделі значеннях зі 100 епохами та темпом навчання у 0.05. Весь набір даних розділено на навчальний та тестовий піднабори з пропорцією 80 до 20 відповідно.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Оскільки модель була попередньо розділена на навчальну та тестову, показники оцінювання обчислювалися за допомогою тестового набору даних.

Рисунок 2 демонструє основні метрики процесу тренування. Крива втрат тренування має гіперболічну форму з тенденцією до зменшення, що свідчить про мінімізацію втрат в ході навчання моделі і якісне сприйняття необхідних патернів в тренувальних даних. Графік середньої точності (mAP) є зростаючим та досягає значення у 0,862.

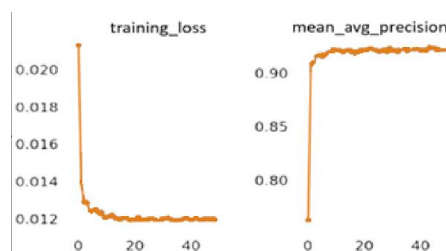


Рисунок 2. Метрики процесу навчання моделі

Precision-recall крива має правильний тренд і сигналізує про якісний компроміс класифікації моделі між точністю та повнотою. Висока точність пов'язана з низьким рівнем хибного спрацювання («false positive» результатів), тоді як високий рівень повноти - з

низьким рівнем неспрацювання моделі коли це мало статися («false negative» результатів). Отримана крива означає як високе значення повноти, так і високу точність.

Ще однією метрикою оцінки була F1-міра, що є середнім гармонійним зазначених показників точності і повноти. Хороший бал F1 вказує на те, що модель має мало хибно-позитивних і хибно-негативних результатів. Тобто серйозні загрози будуть точно розпізнані без частих «хибних тривоги». Якщо значення міри рівне 1, розроблений метод вважається ідеальним, коли 0 – маркується як нефункціонуючий. Для тестованої моделі значення F1 досягло показника у 0.89.

У ході тестування розробленої моделі були використані реальні зображення, що включали різноманітні сценарії, зокрема зміну ракурсів, різні умови освітлення (яскраве сонячне світло, сутінки, штучне освітлення), а також варіативність фону (відкритий простір, міські пейзажі, лісисті зони). Результати підтвердили здатність визначати дрони за різних умов, адже модель правильно ідентифікувала дрони серед інших об'єктів у 86% випадків.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У ході дослідження реалізовано інструмент виявлення дронів на основі моделі глибокого навчання YOLO. Дрони можуть бути корисними в сучасному світі, але вони також можуть бути використані для протиправних чи небезпечних дій. Розроблена модель дозволить виявляти та відслідковувати дрони за допомогою систем візуального спостереження для подальшого сигналізування компетентних спецслужб чи правоохоронців.

Гіперпараметри моделі були підбрані та налаштовані для кращої точності і відповідності викликам, що пов'язані зі змінним освітленням та іншими погодними факторами, які ускладнюють процес виявлення. Як результат, розроблена модель використовує переваги базисних алгоритмів YOLO в контексті використання опорних точок для точного визначення місцезнаходження об'єктів на зображенні у різних умовах зовнішнього середовища: слабкого освітлення, несприятливої погоди, дощу тощо.

У якості подальших досліджень буде виконано дослідження альтернативних моделей та досліджені різні варіації налаштування вже розробленої моделі з метою подальшого покращення точності та швидкості роботи моделі.

ДЖЕРЕЛА

1. Khalifa AL-Dosari. Systematic Review on Civilian Drones in Safety and Security Applications / Khalifa AL-Dosari, Ziad Hunaiti. // Drones. – 2023. – С. 210.
2. Otwin Marenin. Challenges for border management in European Union [Електронний ресурс] / Otwin Marenin // Geneva Centre for Security Sector Governance. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dcaf.ch/challenges-integrated-border-management-european-union>.



ВАЛЕРІЙ ГАВРИЛЕНКО у 1977 році закінчив механіко-математичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2000 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор є завідувачем кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Серед наукових інтересів – системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування.



ІЛЛЯ ПЕКНЕВИЧ у 2020 році отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка; у 2022 році отримав ступінь магістра інженерії програмного забезпечення у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. На даний момент асистент кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Серед наукових інтересів – системи комп'ютерного зору, методи прогнозування та системи на базі хмарних технологій.

ОГЛЯД БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ У БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

Ярослав Гозак¹, Сергій Палій²

¹Аспірант, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID: 0009-0008-2963-7204

E-mail: hozakya@fit.knu.ua

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID: 0000-0001-9742-1116

E-mail: paliy@fit.knu.ua

***Анотація:** Тези доповіді містять стислий аналіз підходів до протидії радіоелектронній боротьбі у сфері використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). У доповіді розглянуто такі принципи протидії як використання направлених антен і ретрансляторів, зміна частот, застосування штучного інтелекту у БПЛА для автономного виконання задач, а також розглянуто основні недоліки вище зазначених підходів. Проведено аналіз існуючих рішень та наведено висновки стосовно перспективності використання наведених засобів протидії у контексті використання БПЛА.*

Ключові слова: БПЛА, радіоелектронна боротьба, антени, штучний інтелект

I. ВСТУП

Радіоелектронна боротьба (РЕБ) спрямована на активну перешкоду сигналу приймача. Принцип роботи полягає у надсиланні білого шуму в робочому діапазоні частот з дуже високою інтенсивністю випромінювання. Задача РЕБ запобігти приймачу отримувати корисний сигнал від передавача.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Принципи протидії роботі РЕБ в розрізі використання безпілотних літальних апаратів:

1. Використання більш потужних передавачів.
2. Зміна частоти передавача, для її відмінності від діапазону частот роботи РЕБ.
3. Використання інструментів автономного позиціонування і управління безпілотними літальними апаратами (БПЛА).

Використання більш потужних передавачів та ретрансляторів. Використання передавача із більшою потужністю сигналу дозволяє покращити стійкість сигналу і дальність передачі даних до приймача під час дії засобів РЕБ.

Для покращення сигналу також використовуються ретранслятори та спрямовані антени, які мають суттєво підсилену потужність у певному напрямку, але зменшену потужність у всіх інших напрямках.

У якості ретранслятора може використовуватись інший БПЛА, наприклад, типу DJI Mavic 3, із встановленими додатковими антенами.

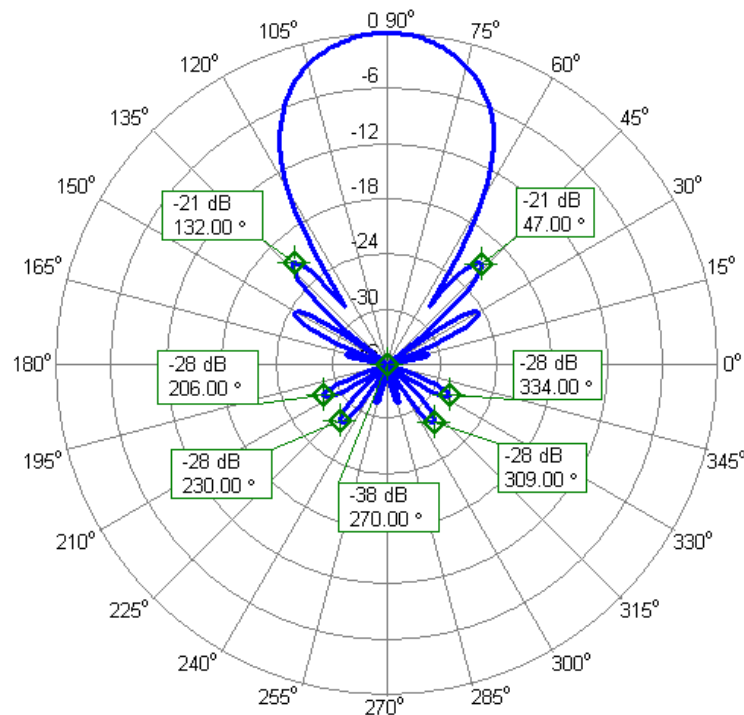


Рисунок 1. Діаграма спрямованості антени типу Уда-Ягі (хвильовий канал)[1]

Зміна частоти передавача, для її відмінності від діапазону частот роботи засобів РЕБ. Поширені засоби РЕБ можуть діяти у визначеному діапазоні частот. Визначення робочого діапазону частот засобів РЕБ противника допомагає у виборі робочих частот керування БПЛА.

Сучасні засоби радіоелектронної розвідки (РЕР) дозволяють проводити сканування по широкому діапазону частот, а отже противник може виявляти частоти сигналів керування і налаштовувати на них свої засоби РЕБ. Рішенням для цієї проблеми є динамічна зміна частоти сигналу керування, що синхронізована між передавачем та приймачем. Цей метод може використовуватись в комбінації із використанням ретрансляторів і більш потужних передавачів.

Використання інструментів автономного позиціонування і управління БПЛА. Безпілотний апарат програмується для автономного польоту без використання будь-яких вхідних сигналів (сигналів керування, GNSS, тощо), а лише з використанням оптико-електронних засобів, альтиметрів, модулів вимірювання відстані, інших інерційних вимірювальних пристроїв, 3D-карт та штучного інтелекту (ШІ) для навігації.

Використання штучного інтелекту у БПЛА пов'язане з проблемою визначення приналежності об'єкта (свій-чужий), а отже несе ризики ураження власних наземних військ.

Існують такі рішення проблеми експлуатації БПЛА на основі ШІ:

- Впровадження алгоритмів для візуального, радіолокаційного, тощо визначення свій-чужий наземних сил засобами БПЛА
- Використання таких БПЛА у чітко визначених зонах, що унеможливило ураження власних наземних військ.

Поширені методи комп'ютерного зору для побудови маршруту:

1. Метод побудови маршруту руху за допомогою алгоритму SLAM [2, 3, 5], проте цей метод вимагає значних обчислювальних ресурсів. Також вимагає зв'язку з мережею GNSS.

2. Метод попереднього планування маршруту з використанням заздалегідь визначених об'єктів-орієнтирів. Вимагає застосування методів обробки зображень та розпізнавання образів. [4]

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

В умовах сучасної війни технологічність оснащення надає суттєві переваги на полі бою. Із розвитком засобів РЕБ, збільшенням діапазону частот роботи, інтенсивності випромінювання передавачів поміж стає все важче протидіяти класичними радіоелектронними засобами. Посилені антени, ретранслятори, зміна частот продовжують відігравати ключову роль у підтримці безперервного зв'язку між літальними апаратами та пілотами, проте із часом ефективність таких засобів може стати більш обмеженою через розвиток противником систем РЕБ. Використання штучного інтелекту у безпілотних апаратах є перспективною заміною класичним засобам протидії РЕБ. Завдяки наданню можливостей автономності польоту літальному апарату передача даних перестає бути критичною складовою успішного польоту, а значить, нівелює радіоелектронну боротьбу як таку. Тому пропонується розробити систему штучного інтелекту для автономного позиціонування БПЛА у просторі на основі даних з оптико-електронних засобів та інших інерційних вимірювальних пристроїв.

ДЖЕРЕЛА

1. Nevada Radio. DUAL PA144-432-19-3-2CBP (CODE1250). URL: <https://www.nevadaradio.co.uk/product/dual-pa144-432-19-3-2cbp/> (дата звернення: 14.02.2024)
2. Munguía, Rodrigo & Urzua, Sarquis & Bolea, Yolanda & Grau, Antoni. – Vision-Based SLAM System for Unmanned Aerial Vehicles. – Sensors – 2016.
3. Caballero, Fernando & Merino, Luis & Ferruz, J. & Ollero, Anibal. VisionBased Odometry and SLAM for Medium and High Altitude Flying UAVs. – Journal of Intelligent and Robotic Systems – 2009.
4. Гальчинська М.А., Бобков Ю.В. 2023 “Система визначення навігаційних параметрів за візуальними орієнтирами”, ст 20-21
5. Mountney, P.; Stoyanov, D.; Davison, A.; Yang, G-Z. (2006). Simultaneous Stereoscope Localization and Soft-Tissue Mapping for Minimal Invasive Surgery. MICCAI. 1: 347–354



ЯРОСЛАВ ГОЗАК отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2019 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2021. Зараз автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного зору, штучний інтелект, інтернет речей.



СЕРГІЙ ПАЛІЙ – к.т.н., доцент. У 2001 році тримав ступінь бакалавра, а у 2002 ступінь магістра за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна). Захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю «Інформаційні технології» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) у 2014 році. Там же у 2015 році отримав звання доцента. Серед наукових інтересів — Інформаційно-комунікаційні технології, інтернет речей, електронне навчання, інформаційна безпека

РОЗРОБКА ДОДАТКУ-НЕЙРОІМІТАТОРА ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ КЛІЄНТСЬКОЇ БАЗИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПАНІЇ

Олександр Іващенко¹, Сергій Федін²

¹аспірант, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0009-0007-5470-9137

E-mail: alexander.ivashchenko@gmail.com

²професор, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна,

ORCID: 0000-0001-9732-632X

E-mail: sergey.fedin1975@gmail.com

***Анотація.** У роботі пропонується розробка додатку-нейроімітатора для автоматизованої сегментації клієнтської бази телекомунікаційної компанії на основі методів конкурентного машинного навчання, зокрема алгоритму Кохонена. Додаток призначений для кластерного аналізу гетерогенних поведінкових та демографічних даних клієнтів. Використання додатку спрямоване на підтримку прийняття рішень менеджерами телекомунікаційних компаній при реалізації маркетингової стратегії обслуговування клієнтів та підвищення ефективності управління бізнес-процесами. У роботі описано технічну реалізацію додатку, результати тестування та перспективи його використання в сучасному телекомунікаційному секторі.*

Ключові слова: додаток-нейроімітатор, штучний інтелект, нейронна мережа, самоорганізаційна карта Кохонена.

I. ВСТУП

У сучасному світі телекомунікаційних технологій збільшення обсягу даних стає нормою. Вирішення завдань аналізу та управління клієнтською базою вимагає ефективних інструментів [1]. Одним із таких інструментів є розроблений додаток-нейроімітатор, заснований на самоорганізаційних картах Кохонена (Self Organizing Map – SOM), застосування якого спрямовано на покращення якості обслуговування та оптимізації маркетингових стратегій телекомунікаційних компаній.

Використання технології SOM дозволяє автоматично групувати клієнтів на основі подібності їх характеристик, таких як вік, географічне розташування, використання послуг та інші фактори, що сприяє створенню більш точних та репрезентативних сегментів. Такий підхід допомагає компаніям ефективніше адаптувати свою стратегію до потреб ринку та забезпечує більш персоналізований підхід до кожного клієнта.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Першим кроком у розробці інтелектуального класифікатора для кластеризації клієнтської бази був збір та підготовка значного обсягу даних для тренування і тестування нейронної мережі. Дані про демографічні характеристики клієнтів телекомунікаційних компаній, їхню активність та використання послуг були знайдені у мережі Інтернет.

Одним із ключових методів, застосованих у розробці додатку, є використання самоорганізаційних карт Кохонена, які базуються на ідеї топологічної організації нейронів у вигляді двовимірної сітки. Кожен нейрон представляє собою вектор ваг, який описує точку в просторі даних. Під час навчання карт Кохонена відбувається адаптація ваг кожного нейрона таким чином, щоб вони стали більш схожими з вхідними даними [2]. Це дозволяє карті утворювати кластери, які відображають подібність між даними.

Кластеризація клієнтської бази за допомогою SOM дозволила автоматично групувати клієнтів на основі схожості їх характеристик, створюючи різні сегменти в залежності від їхніх потреб та споживчих звичок. Розроблений додаток-нейроімітатор дозволяє виконувати налаштування для тренування самоорганізаційної карти на основі наданих даних. На Рисунку 1 показано вікно налаштування і тренування нейронної мережі Кохонена.

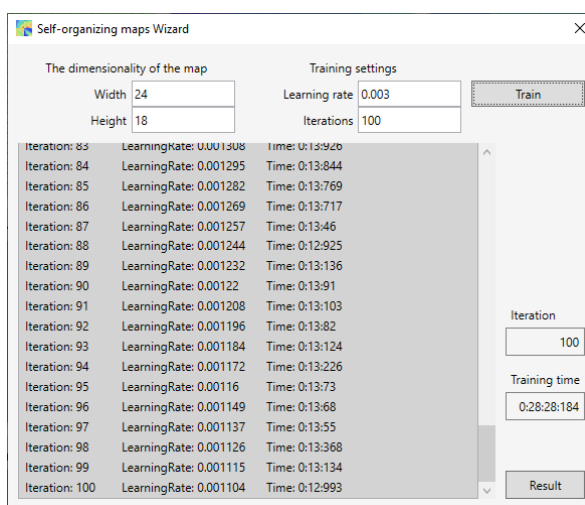


Рисунок 1. Введення налаштувань та тренування нейронної мережі

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Із застосуванням створеного додатку було виконано сегментацію клієнтської бази телекомунікаційної компанії та проведено оцінювання отриманих результатів. На Рисунку 2 показані результати кластеризації, обираючи певні секції на кластерах, можливо переглянути середні значення по всім вхідних параметрах, це дозволяє виявити певні групи клієнтів за схожими ознаками.

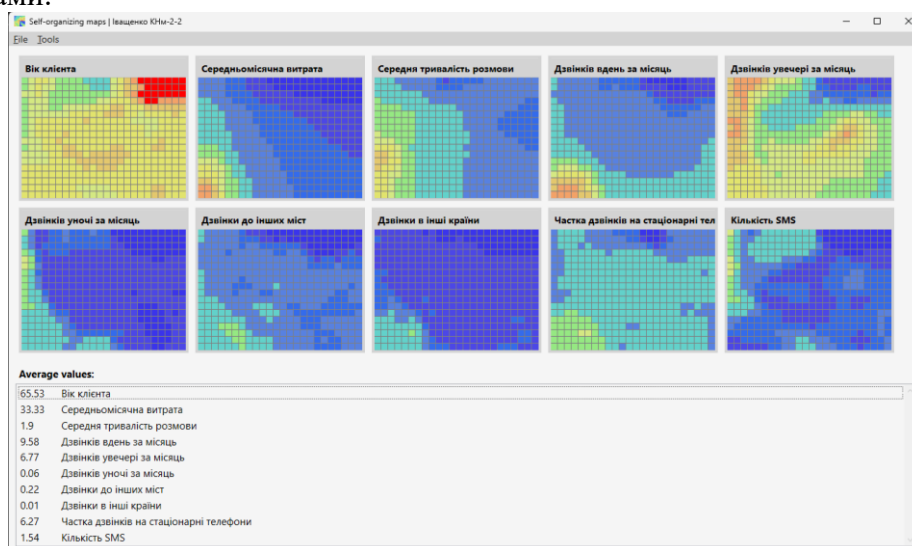


Рисунок 2. Результати кластеризації моделі даних

В результаті дослідження сегментовано потреби клієнтів кожної з виділених груп щодо використання послуг телекомунікаційних компаній. Особливо увагу звертаємо на клієнтів старшого віку, які знаходяться праворуч зверху на карті. Аналіз показує, що ця група, ймовірно, пенсіонери, мало користується мобільним зв'язком: низькі витрати, мало СМС та дзвінків. Люди середнього віку, схожі на попередню групу, але вони частіше дзвонять увечері. На всіх кластерах дуже вирізняється група, яка знаходиться знизу ліворуч – VIP-клієнти: бізнесмени, керівники, топ-менеджери. Вони активно розмовляють по телефону у день та ввечері, але майже не використовують SMS. Абоненти молодого віку активно розмовляють ввечері та вночі, надсилають багато SMS, відповідно, витрачають більше на зв'язок. У підсумку було виділено 4 групи: «Пенсіонери», «Зрілий та пенсійний вік», «VIP-клієнти», «Активна молодь».

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У роботі розроблено додаток-нейроімітатор для сегментації клієнтської бази телекомунікаційної компанії. Встановлено, що використання самоорганізаційних карт Кохонена дозволило ефективно кластеризувати клієнтів на основі їхніх характеристик для більшого розуміння потреб різних груп споживачів при впровадженні персоналізованих маркетингових стратегій обслуговування клієнтів.

Показано, що застосування нейромереж та алгоритмів машинного навчання в телекомунікаційній галузі виявляється дуже перспективним напрямом. Результати роботи свідчать про ефективність такого підходу і можливість використання його в інших сферах бізнесу. Додаток дозволяє збільшити рівень задоволеності клієнтів, оптимізувати витрати та підвищує конкурентоспроможність компаній у сучасному цифровому середовищі.

У якості подальших досліджень, планується подальше вдосконалення додатку на основі підвищення робастності результатів кластеризації із застосуванням методів конкурентного навчання нейронних мереж.

ДЖЕРЕЛА

1. Ahmadzai N., Hameedullah M., Naqibullah M. (2023) Data Mining Techniques in Telecommunication Company, *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 2(1), 96-98.
2. Abhinav Ralhan. Self Organizing Maps. 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/@abhinavr8/self-organizing-maps-ff5853a118d4>.



ОЛЕКСАНДР ІВАЩЕНКО отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Національному транспортному університеті (Київ, Україна) в 2021 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Національному транспортному університеті (Київ, Україна) в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Національному транспортному університеті, (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, нейронні мережі.



СЕРГІЙ ФЕДІН у 1997 році отримав вищу освіту за спеціальністю «технологія виготовлення виробів із шкіри» (Державна академія легкої промисловості України). У 1998 отримав кваліфікації магістр легкої промисловості з тієї ж спеціальності; у 2002 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук; у 2010 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. На даний момент є професором кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету. Серед наукових інтересів – методи управління якістю продукції, методи та системи штучного інтелекту, технології аналізу даних, методи прогнозування.

ПРО ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КОЛАБОРАТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ НА ОСНОВІ ІНТЕГРУВАННЯ СЕМАНТИЧНОГО ТА ЧАСОВОГО ФАКТОРІВ І КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Євген Івохін¹, Гліб Шелякін²

¹професор, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,

ORCID 0000-0002-5826-7408

E-mail: ivohin@ukr.net

²аспірант, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,

ORCID 0009-0002-7171-6535

E-mail: shelyakingleb17@gmail.com

***Анотація.** У роботі розглядається алгоритм формування рекомендацій на основі колаборативної фільтрації з урахуванням впливу семантичного і часового факторів та його удосконалення за допомогою методів кластерного аналізу з метою зменшення навантаження на рекомендаційну систему та покращення якості рекомендацій шляхом відсіювання незмістовного контенту і збереження контексту при генерації рекомендацій.*

Ключові слова: рекомендаційні системи, метод колаборативної фільтрації, кластерний аналіз, метод семантичної подібності, часовий фактор.

I. ВСТУП

У інформаційному суспільстві, де кількість доступної інформації зростає з неймовірною швидкістю, проблема "перевантаження інформацією" стає все більш актуальною. Це створює інформаційний шум, який може паралізувати здатність людини до прийняття рішень. В такому середовищі системи рекомендацій відіграють ключову роль, допомагаючи фільтрувати непотрібну інформацію та визначати те, що найбільш релевантно для конкретного користувача.

Існує багато підходів для створення рекомендаційних систем, серед яких потрібно відзначити, наприклад, ті, що базуються на використанні нейронних мереж або статистичних математичних моделей. Прикладом таких підходів є використання алгоритму колаборативної фільтрації на основі інформації про користувача (user-based) та на основі порівнянь об'єктів рекомендацій (item-based). В даному дослідженні пропонується враховувати той факт, що інтереси користувачів можуть змінюватись з часом, та те, що контент можна заздалегідь розбити на підмножини за певними ознаками (класифікувати або кластеризувати), що дозволить рекомендаційній системі швидше обробляти дані. В рамках проведеного дослідження зроблено спробу удосконалити наївний метод колаборативної фільтрації [1] на основі порівняння об'єктів із використанням часового фактору і семантичної подібності та завдяки застосуванню методики кластерного аналізу

II. ПРОПОЗИЦІЯ

Розглянемо процедуру прийняття (вибору) деякого рішення з урахуванням наявної сукупності рекомендацій. Припустимо, що об'єктами рекомендацій будуть деякі сутності, характеристики яких можна розділити на три групи:

1. Оцінки. Під оцінкою розуміється вектор відповідності між користувачами та об'єктом, кожна з яких визначається у вигляді деякого числового значення. Передбачається, що відповідне значення є обмеженим знизу та згори, наприклад, від 1 до 5, від 0 до 1 тощо.

2. Текстова інформація. Текстовою інформацією вважається деякий скінченний список характеристик кожного об'єкту. До текстової інформації відносяться, наприклад, описи, назви, резюме тощо.

3. Часова інформація. Під часовою інформацією розуміють дані про час та тривалість виконання певної дії користувача над деяким об'єктом. Наприклад, часову інформацію можна отримати при перегляді та оцінюванні об'єкту, рецензуванні об'єкту, наданні відгуку щодо об'єкту, замовленні об'єкту тощо.

Тоді задача полягає у створенні алгоритму, за допомогою якого можна без обмежень на доменну (проблемну) область отримувати апроксимації оцінок користувачів з використанням згаданих характеристик і який дозволяв робити це швидше, ніж наївний метод.

Головною метою методу є розрахунок оцінки контенту, з яким користувач ще не знайомий, використовуючи інформацію про його попередні реакції. Для отримання найбільш об'єктивної оцінки рекомендаційної системи необхідно мати якомога більше оцінок користувачів і способи їх аналізу. Отже, застосування методу колаборативної фільтрації дозволяє зробити більш точні рекомендації користувачам на основі їх власних реакцій на контент.

Сформульовано процедуру попередньої обробки даних (агрегації даних) для методу колаборативної фільтрації на основі порівнянь об'єктів з використанням методу кластеризації. Процедура складається з таких кроків:

1. Будується матриця подібності об'єктів з використанням наявних даних у вибірці.
2. Використовується алгоритм кластеризації для розбиття множини об'єктів на відповідні кластери.
3. Зберігаються дані про відповідні кластери для використання у майбутньому.

Для проведення процедури кластеризації запропоновано застосувати алгоритм HDBSCAN:

- Будується "матриця сусідства"- обчислюються відстані між кожною парою точок і створюється матриця сусідства. Це дозволяє відокремити більш щільні області від менш щільних областей.

- Будується "дерево мінімальних спанів" - обчислюється дерево мінімального охоплення на основі матриці сусідства. Дерево мінімального охоплення - це граф, який з'єднує всі точки, але має найменшу загальну вагу.

- Будується "дерево сплитів" - обчислюється дерево сплитів з дерева мінімальних спанів. Дерево сплитів розділяє кластери на підкластери і збільшує точність кластеризації.

- Вибіраються кластери - на основі дерева сплитів визначається набір кластерів, які найкраще описують дані.

III. ВИСНОВКИ

Запропоновано підхід для удосконалення методу колаборативної фільтрації з використанням часового та семантичних факторів шляхом впровадження спеціальних показників, які характеризують вхідні дані, та їх попередньої обробки. Це дало змогу

використовувати запропоновану модифікацію у різних проблемних (доменних) областях на основі розробленого програмного забезпечення. Перевірено адекватність роботи отриманого методу, використовуючи набори даних з різних доменних областей. У результаті проведених обчислень встановлено високу ефективність роботи алгоритму формування рекомендацій.

ДЖЕРЕЛА

1. Berkovsky S., Cantador I., Tikk D. Collaborative recommendations: algorithms, practical challenges and applications, 2019. 736 p.
2. Shen J., Wei Y., Yang Y. Collaborative filtering recommendation algorithm based on two stages of similarity learning and its optimization// Computers Materials & Continua, 2019. - 58(2). - P. 659–674.



ЄВГЕН ІВОХІН у 1982 році закінчив факультет кібернетики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2012 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор працює на посаді професора кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Має вчене звання професор. Серед наукових інтересів – математичні моделі та методи розв’язання оптимізаційних задач в умовах невизначеності.



ГЛІБ ШЕЛЯКІН у 2023 році вступив до аспірантури по спеціальності «системний аналіз» при кафедрі системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси – застосування інформаційних технологій для розв’язання задач підтримки прийняття рішень.

ПРО РЕЗУЛЬТАТИ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЧІТКОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА З НЕЧІТКОЮ ТРАПЕЦІЄПОДІБНОЮ ТРИВАЛІСТЮ ПЕРЕМІЩЕНЬ

Євген Івохін¹, Костянтин Юштін²

¹професор, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
ORCID 0000-0002-5826-7408

E-mail: ivohin@ukr.net

²докторант, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
ORCID 0009-0001-9881-2343

E-mail: gkons@univ.kiev.ua

***Анотація.** У роботі досліджується підхід до використання нечітких чисел і методів розв'язання задачі комівояжера з урахуванням нечіткого представлення часу в реальних умовах руху, що дозволяє сформулювати нечітку оптимізаційну задачу для знаходження найкращого значення цільової функції, яка визначається величиною необхідного для подорожі між містами часу. Для формалізації невизначеності та неточності вхідних даних, пов'язаної з впливом суб'єктивності в оцінках тривалості необхідних для переміщення проміжків часу, використовуються нечіткі числа. Для оперування з нечіткими числами запропоноване їх перетворення до спеціального вигляду, формалізація отриманих нечітких результатів у чітке подання проводиться на основі методу центру тяжіння (CoG). Отримано результати, які підтвердили залежність розв'язку від способу дефазифікації. Проведено чисельні розрахунки на основі методів динамічного програмування та генетичного алгоритму. Зроблено висновок про конструктивність запропонованого підходу для дослідження реальних процесів.*

Ключові слова: задача комівояжера, нечіткі числа, метод динамічного програмування, дефазифікація, нечітке представлення часу, неточність, невизначеність.

I. ВСТУП

Проблеми сучасної логістики мають певні особливості, що призводять до труднощів у розв'язуванні різних логістичних задач, частина з яких може бути вирішена завдяки роботі менеджерського відділу. Інші задачі потребують аналізу та оптимізації логістичних операцій, включаючи планування, координацію та контроль руху та зберігання товарів, послуг і інформації. Залучення математичних підходів для розв'язування логістичних задач набуває широкого впровадження, конкретний зміст якого залежить від характеру проблеми та наявних даних. Іноді вдається знайти нетипові методики розв'язання відомих задач, однією з яких є задача комівояжера.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Задача комівояжера є класичною проблемою комбінаторної оптимізації. Мета задачі - знаходження найбільш оптимального за довжиною або тривалістю маршруту при однократному відвідуванні комівояжером усіх міст деякої сукупності.

Для розв'язування задачі комівояжера можна пронумерувати міста цілими числами $(1, 2, 3, \dots, n)$, тоді маршрут комівояжера буде описуватись циклічною перестановкою номерів міст, у якій усі номери різні. Будь-яка перестановка з номерів, яка подана у такому вигляді, представляє можливий розв'язок задачі, а отже, існує $(n-1)!$ можливих шляхів для побудови його маршруту. Проблема комівояжера полягає в тому, щоб вибрати оптимальний з точки зору довжини або тривалості подорожі маршрут, який задовольняє додатковим обмеженням.

В реальному житті неможливо точно передбачити тривалість або вартість на переміщення між містами. Для врахування цієї особливості можна використати поняття нечітких множин (чисел), які введено Л.Заде в роботі [1] і які дозволяють формалізувати неточності та невизначеності проблеми. У даному випадку за умови, що тривалість або вартість переїздів не є сталими і можуть бути описані за допомогою нечітких чисел, задача комівояжера формулюється як нечітка задача комівояжера.

Загальні поняття нечітких множин та нечітких чисел

Означення 1. Нечіткою множиною \tilde{A} універсальної множини X , називається сукупність пар $\tilde{A} = \{(\mu_{\tilde{A}}(x), x)\}$, де $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$ – відображення множини X в одиничний відрізок $[0, 1]$ і називається функцією належності нечіткої множини \tilde{A} .

Значення функції належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ для елемента $x \in X$ називається ступенем належності. Інтерпретацією ступеня належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ є суб'єктивна міра того, наскільки елемент $x \in X$ відповідає поняттю, зміст якого формалізується нечіткою множиною \tilde{A} .

Розглянемо в якості універсальної множини X множину дійсних чисел, тобто $X = R$.

Означення 2. Нечітка множина \tilde{A} визначена на множині дійсних чисел R^1 є нечітким числом, якщо множина \tilde{A} опукла; нормальна, тобто існує таке $x \in R$, що $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$, функція належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ напівнеперервна зверху і носій нечіткого числа $\text{supp}(\tilde{A})$ є підмножиною універсальної множини R .

Означення 3. Нечітким трапецієподібним числом \tilde{A} називається впорядкована четвірка чисел дійсних чисел (a_1, a_2, a_3, a_4) , $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$, для якої визначено функцію належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ вигляду:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{якщо } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & \text{якщо } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & \text{якщо } a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases} \quad (1)$$

Якщо до задання нечіткого числа застосувати підхід на основі гаусоподібного розподілу з відповідними характеристиками, то в узагальненому випадку трапецієподібне нечітке число можна представити дещо в іншому вигляді:

$$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4) = ([a_2, a_3], \alpha, \beta) = (m, w, \alpha, \beta) \quad (2)$$

де буде використовуватися середня точка $m = \frac{a_2 + a_3}{2}$ та напівширина плато $w = \frac{a_3 - a_2}{2}$

, а коефіцієнти $\alpha = a_2 - a_1$ та $\beta = a_4 - a_3$ визначають лівий та правий розподіл нечіткого числа $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ відповідно.

Арифметичні операції з трапецієподібними нечіткими числами

Для оперування з наведеними вище нечіткими числами визначимо правила виконання арифметичних операції, що базуються на їх поданні у гаусоподібному вигляді.

В якості середньої точки такого подання береться звичайне середньоарифметичне значення границь плато, лівий та правий розподіли обчислюються відповідно до правила решітки, за яким для довільних дійсних чисел a, b покладемо $a \cup b = \max\{a, b\}$ та $a \cap b = \min\{a, b\}$.

Тоді для довільних трапецієподібних нечітких чисел $\tilde{A} = (m(\tilde{A}), w(\tilde{A}), \beta_1)$ та $\tilde{B} = (m(\tilde{B}), w(\tilde{B}), \beta_2)$ можна визначити наступні операції додавання, віднімання, множення та ділення (які у загальному випадку позначимо символом \circ):

$$\tilde{A} \circ \tilde{B} = (m(\tilde{A}) \circ m(\tilde{B}), w(\tilde{A}) \cup w(\tilde{B}), \beta_1 \cup \beta_2) = (m(\tilde{A}) \circ m(\tilde{B}), \max(w(\tilde{A}), w(\tilde{B})), \max(\beta_1, \beta_2)) \quad (3)$$

Дефазифікація трапецієподібних нечітких чисел.

Дефазифікація представляє собою процес перетворення нечіткого результату до чіткого (числового) значення для наступного аналізу та порівняння. Це важливий крок у методиці застосування нечіткого підходу, особливо в задачах нечіткого управління та нечіткої бізнес-логіки, де потрібно перетворити нечіткі розв'язки на конкретні події або числові значення. Існують різні методики дефазифікації, одна з яких базується на використанні методу центру тяжіння (Center of Gravity, CoG) [2].

У методі центру тяжіння точка дефазифікації обчислюється як центр тяжіння нечіткої множини $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ у вигляді $CoG = \frac{\int_{a_1}^{a_4} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{a_1}^{a_4} \mu(x) dx}$, де x - елементи з універсального простору, а $\mu(x)$ - функція належності.

Математичне формулювання нечіткої задачі комівояжера

Математичне формулювання нечіткої задачі комівояжера можна записати так: потрібно мінімізувати цільову функцію

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij} x_{ij}, \quad (4)$$

де часові витрати на переміщення між пунктами задаються у вигляді матриці T з елементами \tilde{t}_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, у вигляді трапецієподібних нечітких чисел, можливі шляхи з'єднання між містами подаються матрицею X за умов виконання обмежень:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \text{ для всіх } j = \overline{1, n}, \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \text{ для всіх } i = \overline{1, n}, \quad x_{ij} = 0 \text{ або } 1 \text{ для всіх } i, j = \overline{1, n}.$$

III. ВИСНОВКИ

Проведено чисельні експерименти щодо практичного використання нечітких чисел і методів розв'язування задачі комівояжера з урахуванням нечіткого представлення часу в реальних умовах руху. Для формалізації невизначеності та неточності вхідних даних, пов'язаних з впливом суб'єктивності в оцінках тривалості необхідних для переміщення між окремими містами проміжків часу, використовуються нечіткі числа. Проведення розрахунків з нечіткими числами здійснюється на основі їх перетворення до спеціального вигляду, а для подання отриманих нечітких результатів у чіткому вигляді використано метод центру тяжіння. Для пошуку розв'язків нечіткої задачі комівояжера використано методи на основі алгоритму динамічного програмування та генетичного алгоритму. Проведено порівняння результатів, отриманих при вирішенні чіткої задачі комівояжера на основі дефазифікованих часових відстаней та дефазифікації розв'язку нечіткої задачі комівояжера. Підкреслено доцільність використання трапецієвидних нечітких чисел при розв'язанні нечіткої задачі комівояжера, що дозволило отримати кращі результати оптимізації тривалості маршруту порівняно з використанням чітких чисел на основі дефазифікації нечітко заданої тривалості переміщень. Відзначено конструктивність запропонованого підходу при дослідженні реальних процесів.

ДЖЕРЕЛА

1. Zadeh, L.A. Fuzzy sets// Information and Control, 1965. – 8. – P.338-353.
2. Van Broekhoven, E., De Baets, B. Fast and accurate center of gravity defuzzification of fuzzy system outputs defined on trapezoidal fuzzy partitions// Fuzzy Sets and Systems, 2006. - V. 157. - Iss. 7. – P. 904-918.



СВГЕН ІВОХІН у 1982 році закінчив факультет кібернетики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2012 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор працює на посаді професора кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Має вчене звання професор. Серед наукових інтересів – математичні моделі та методи розв'язання оптимізаційних задач в умовах невизначеності.



КОНСТЯНТИН ЮШТІН у 2023 році вступив до докторантури по спеціальності «системний аналіз» при кафедрі системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси – застосування інформаційних технологій для розв'язання оптимізаційних задач.

АНАЛІЗ СТАНУ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН УКРАЇНИ

Микола Карпенко¹, Сергій Чумаченко², Андрій Мошенський³

¹Аспірант, кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих систем управління, НУХТ, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-0745-5126

E-mail: sapta@ukr.net

²Державний експерт, служба з питань екологічної та енергетичної безпеки, Апарат РНБО України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-8894-4262

E-mail: s_chum@ukr.net

³Доцент кафедри інформаційних технологій штучного інтелекту і кіберзахисту Національного університету харчових технологій, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-4584-4958

E-mail: ut5uuv@yandex.fr

***Анотація.** З початку війни збройні сили агресора неодноразово обстрілювали ЗАЕС в районі Енергодару з різнокаліберної зброї, внаслідок чого тривалий час світ був на межі екологічної та радіаційної катастрофи. Окрім того росіяни активно використовують хімічну зброю. Сукупність даних фактів спонукає до розробки системи дистанційного виявлення таких небезпечних речовин як БОР(бойові отруйні речовини) та радіонуклідів. З метою вирішення проблеми швидкодії та безпеки реагування на такі надзвичайні ситуації постає необхідність у дослідженні теми дистанційного виявлення та оповіщення. У даній роботі представлено результати аналізу відкритих джерел: відомості про дистанційний моніторинг та відповідальних за нього.*

Ключові слова: моніторинг, ГІС (геоінформаційна система), сенсори, небезпечні речовини.

I. ВСТУП

Схильність російських військових до терористичних актів спонукає нас все частіше звертати увагу на оголошення повітряної тривоги. Постає необхідність у способах та засобах раннього виявлення загроз, а також оповіщення цивільного населення й військовослужбовців ЗСУ. Для потреб цивільного населення існує Державна система моніторингу довкілля, а також автоматичні системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій. Армію оповіщають сили і засоби радіаційної, хімічної та біологічної розвідки.

Головна мета створення інформаційної системи дистанційного зондування небезпечних речовин (дисертаційного проекту) полягає в автоматизації процесу збору та аналізу даних про небезпечні речовини, отриманих з сенсорів. Для цього необхідно розглянути детальніше служби, які виконують заходи по виявленню небезпечних речовин та їхні засоби вимірювань й аналізу.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

За допомогою методів аналізу та синтезу був проведений літературний аналіз. Отримано дані з відкритих джерел Інтернету, таких як офіційні веб-сайти установ:

ДСНС(Державна служба України з надзвичайних ситуацій), Мінагрополітики, Міндовкілля, ДАЗВ (Державне агенство України з управління зоною відчуження), Держгеонадр, Мінрегіон, ДКА (Державне космічне агенство), Українського гідрометеорологічного центру; Закон України Про затвердження Методики спостережень щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки № 83/34366 [1]; підручники з дозиметрії [2] та хімічної розвідки; навчальні посібники [3] та відео; веб-сайти організацій моніторингу довкілля та проекти з моніторингу повітря; наукові публікації, статистичні портали і т.ін.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Державна система моніторингу довкілля є системою, збір даних для якої здійснюється сили і засоби Мінагрополітики, Міндовкіллям, ДАЗВ (крім державного моніторингу вод), Держгеонадрами, Мінрегіоном, ДКА, а також ДСНС, Держлісагентством, Держводагентством, Держгеокадастром та їх територіальними органами, підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління, обласними, Київською та Севастопольською міськими держадміністраціями [4]. Мало державних організацій надають відкриту інформацію щодо ситуації навколо. Однією з таких є Міндовкілля, яка 18 грудня 2022 року долучила свій застосунок «ЕкоЗагроза» до єдиної національної онлайн платформи «ЕкоСистема». Єдина екологічна платформа «ЕкоСистема» — загальнодержавна екологічна автоматизована інформаційно-аналітична система, яка надає на доступ до інформації про стан навколишнього середовища України. Під час воєнного стану деякі ресурси, наприклад «Державний кадастр природно-заповідного фонду України» тимчасово не доступні.

ЕкоЗагроза є стандартизованою формою для збору та перегляду інформації про екологічні загрози в режимі реального часу, з географічною прив'язкою до місцевості. В наявності наступні функції:

- Дашборди з різноманітною статистикою;
- Ілюстровані інструкції на тему «як діяти у разі радіаційної/хімічної загрози, викидів хлору/азоту, обстрілів фосфорними бомбами та атомного бомбардування»;
- Опція вибору реєстрації власного повідомлення про екологічну загрозу;
- Інтерактивна мапа з залученням різних платформ моніторингу довкілля таких, як SaveDnipro, Eco City, ДСП "Екоцентр" та інших державних та громадських платформ.

Окрім державних установ екологічним моніторингом займають громадські організації. Найвідомішою є SaveDnipro, яка спільно з Міністром екології та природних ресурсів Остапом Семераком у прес-центрі Кабінету Міністрів України 20 грудня запустили SaveEcoBot. Бот працює в Facebook Messenger, Skype, Viber, Telegram, а також має власний інтернет-ресурс, де кожен може подивитися екологічний стан населених пунктів на інтерактивній мапі. Командою SaveDnipro було встановлено станції моніторингу, сенсори яких проводять вимірювання якості повітря, в тому числі фракції пилу. SaveEcoBot відслідковує інформацію про якість атмосферного повітря зі станції, які встановлено громадськими проектами та/або організаціями, органами місцевого самоврядування та іншими проектами, а саме:

- Save Dnipro;
- Eco-City; Проєкт Luftdaten;
- КП "Центр екологічного моніторингу ДОР";
- Департамент екології та природних ресурсів Донецької ОДА;
- Сервіс AirVisual;
- Департамент екології та природних ресурсів Київської ОДА;

- Air Pollution;
- Бурштинський екологічний Канал;
- Kyiv Smart City.

На кінець жовтня 2019 року система SaveEcoBot збирає дані з 495 станцій моніторингу якості повітря. Згідно з даними з відкритих джерел, ані державні установи, ані громадські організації не мають стандартизованих пристроїв для моніторингу довкілля. Кожна з них користується пристроями власного виробництва, готовими збірками апаратно-інформаційних блоків чи самостійно збирають набори сенсорів.

РХБ розвідка це види розвідувального забезпечення військ, а також комплекс заходів, що проводять виявлення зон зараження радіаційною, хімічною чи біологічною зброєю місцевості з метою попередження ураження особового складу.

Радіаційна розвідка проводиться з метою попередження ураження особового складу іонізуючими випромінюваннями. Виділяють наземний та повітряний тип розвідки. Наземна радіаційна розвідка проводиться у підрозділах (рота, батальйон) за допомогою спеціальних пунктів спостереження (ПХС або ХРД). Спостережні пункти мають наступне спорядження для індикації та вимірювання рівня радіоактивного випромінювання: індикатори (ДП-63, ДП-63А, ДП-64), вимірювачі потужності дози (ДП-5В, ДП5ВБ(А,Б,В), ИМД-5, ИМД-1, ДБГ-06Т, ИМД-21Б, ИМД-31), вимірювачі дози (ДП-22В, ДП- 24, ИД-11), комплекси дозиметрів (ИД-1, ИД-11, ДК-0,2), дозиметри-радіометри (МКС-05, МКС-У, ДП-12, ДП-100М, ДП-100АДМ, «Луч-А», «Тиса»), дозиметричні установки (КДУ-6Б), а також прилади радіаційної та хімічної розвідки (ПРХР, ПРХР-МЕ) [2].

Дані прилади є старими зразками радянських часів і передбачалися для стаціонарного або ручного носіння, зрідка для встановлення на техніку і використовувались після вибуху. Однак, час не стоїть на місці і Україна використовує усі наявні засоби військового та цивільного призначення як вітчизняного, так і закордонного виробництва. СВНГ-Т комплекс із зовнішніх БДБГ-Т – один із прикладів системи, що встановлюється на машинах РХБ розвідки (на базі авто «Козак 2-М»).

Повітряна радіаційна розвідка виконується з метою встановлення радіаційної обстановки в районі бойових дій відповідно за допомогою літальних апаратів на кшталт БЛР оп "Стриж", БЛР "Рейс". Як і у прикладі вище, дані зразки відносяться до засобів радянських часів. Скоріше за все, поточний стан використання безпілотників у радіаційному моніторингу зараз закритий для широкого загалу з метою збереження військової таємниці, оскільки зараз розробляються та використовуються прямо зараз такі БПЛА як «Грім», БАК «Горлиця» Антонов, «Лелека-100», PD1, PD2, Sparrow і т.п.

Хімічна розвідка проводиться шляхом спостереження та обстеження зараженої місцевості. Спостереження здійснюється ХСП, а обстеження - ХРД, які переміщуються на спеціально обладнаній техніці (БРДМ-РХ, УАЗ-469-РХ, БТР-РХ) і т.п. Засоби виявлення можна грубо поділити на суб'єктивні (органи чуття) та об'єктивні (технічне оснащення). Засоби вітчизняного чи радянського виробництва: ВПХР, ГСП-11, ПХР, ППХР, медичні хім лабораторії та ін.

Поверхневий огляд показав, що більшість військових засобів боротьби з РХБ загрозами передбачають саме стаціонарний та мобільний варіанти. Широкого поширення дані типи приладів отримали через зручність використання як в цивільній обороні (моніторинг ситуації всередині та за межами бомбосховища), так і у військовій сфері за рахунок запасів радянських зразків. З меншою різноманітністю зустрічаються варіанти з кріпленням на наземний (блоки детектування на кшталт БДБГ-Т виробництва тм. ЕКОТЕСТ), повітряний та водний спецтранспорти.

Ручні детектори надають інформацію про стан навколишнього середовища безпосередньо оператору, в той час, як блоки детектування на спецтранспорті мають змогу передавати інформацію в закриту мережу.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У результаті дослідження було виявлено, що стаціонарні прилади, які використовують пости РХБ спостереження та в бомбосховищах мають обмежену зону виявлення речовин, а також сліпі зони. Портативні детектори забезпечують більшу кількість даних, однак витрачають більше часу та змушують особу, яка тримає детектор, перебувати безпосередньо в зоні небезпечного випромінювання. Бортові прилади зазвичай мають опцію передачі даних через знімні накопичувачі або в закриту БСМ (безпроводну сенсорну мережу) мережу з кількох приладів.

Передача даних радіозв'язком має великий потенціал розвитку, оскільки поєднання блоків детектування в єдину БСМ, здатну висвітлювати інформацію як для цивільних (наприкладі «ЕкоЗагроза» та «SaveEcoBot», які мають ГІС мапу для зручного відображення ситуації моніторингу), так і для військових, підвищило б ефективність моніторингу. Перенесення блоків детектування на БПЛА дало б змогу повністю усунути оператора від впливу небезпечного радіаційного випромінювання та БОР.

ДЖЕРЕЛА

1. Україна. Міністерство внутрішніх справ України, (2020). Закон України про затвердження Методики спостережень щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки № 83/34366 Код доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0083-20#Text>
2. Чернявський І. Ю., Марущенко В. В., Мартинюк І. М. (2022). Військова дозиметрія: підручник. К. : Вид. «КНТ», 530 с. ISBN 978-966-570-818-6.
3. Зайцев Д. В., Наконечний А. П., Пахарев С. О., Луценко І. О. (2016). Військова розвідка : навч. посіб.; за ред. В. Б. Добровольського. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2016. 335 с. ISBN 978-966-439-895-1.
4. Кабінет міністрів України (1998) Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля. № 391. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>.



МИКОЛА КАРПЕНКО отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2020 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Київському національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Київському національному університеті харчових технологій (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи екологічного моніторингу, безпроводні сенсорні мережі.



СЕРГІЙ ЧУМАЧЕНКО — старший науковий співробітник, доктор технічних наук. Лауреат державної премії України в галузі науки та техніки. У 2007 році захистив докторську дисертацію за спеціальністю «Екологічна безпека». Серед наукових інтересів — авіація, безпроводні сенсорні мережі.



АНДРІЙ МОШЕНСЬКИЙ отримав ступінь магістра в 2005 р. у НТУУ «Київський політехнічний інститут», ступінь кандидата технічних наук у 2013 р. у Національному університеті харчових технологій за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». Доцент по кафедрі інформаційних систем НУХТ. Президент Київського міського радіоклубу. Позивний сигнал — UT5UUV. Серед наукових інтересів — радіозв'язок і радіоспорт.

ВИБІР МОДЕЛІ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Микола Корабльов¹, Данило Антонов², Владислав Полоус³

¹Професор кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0000-0002-8931-4350

E-mail: mykola.korablyov@nure.ua

²Аспірант кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0009-0000-2079-3413

E-mail: danylo.antonov@nure.ua

³Магістрант кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0009-0006-6241-6230

E-mail: vladyslav.polous@nure.ua

***Анотація.** Розглядається питання вибору моделі короткострокового прогнозування споживання електричної енергії з використанням інтелектуальних технологій. Запропонована система прогнозування енергоспоживання, яка складається з наступних модулів: набір даних, підготовка та аналіз даних, прогнозування, аналіз результатів та результати прогнозування. Проведено порівняльний аналіз моделей штучних нейронних мереж ANN, RNN та LSTM для прогнозування енергоспоживання, який показав, що модель LSTM виявилася найбільш ефективною, має найвищу точність та властивість адаптивності.*

Ключові слова: модель, прогнозування, нейронна мережа, точність, адаптованість.

I. ВСТУП

Прогнозування споживання енергії відіграє вирішальну роль в ефективному управлінні енергетичними ресурсами, особливо в нинішній військовий час, коли потреба в електроенергії постійно зростає. Точні прогнози дозволяють постачальникам електроенергії оптимізувати свою діяльність, зменшити витрати та впровадити стратегії управління попитом. Прогнозування споживання електроенергії є складним завданням через вплив багатьох факторів, таких як погодні умови, сезонність, температура повітря, вологість, сила та напрям вітру, економічні умови та поведінка споживачів. Крім того, тривалість інтервалу прогнозу може істотно вплинути на точність і застосовність прогнозу.

Розрізняють короткострокове, середньострокове та довгострокове прогнозування енергоспоживання. В роботі розглядається короткострокове прогнозування, яке передбачає кількість енергії, що буде використана за короткий проміжок часу, від кількох годин до кількох днів наперед. Основна перевага короткострокового прогнозування полягає в тому, що воно може допомогти оптимізувати виробництво, передачу та споживання енергії в режимі реального часу. З іншого боку, короткострокове прогнозування споживання електроенергії має деякі обмеження. Воно дуже чутливе до раптових змін погоди, поведінки людей та інших зовнішніх факторів, які можуть призвести до неточних прогнозів.

Існують різні методи та моделі, які використовуються для реалізації короткострокового

прогнозу споживання енергії. Один із основних підходів базується на використанні нейронних мереж (НМ), до яких належать: багатосаровий перцептрон (ANN – Artificial Neural Networks), рекурентні нейронні мережі (RNN – Recurrent Neural Networks) та довготривала короткочасна пам'ять (LSTM – Long Short-Term Memory). Метою досліджень є розробка інтелектуальної системи прогнозування енергоспоживання, в якій на основі порівняльного аналізу обирається така модель НМ, яка забезпечує найбільш ефективне прогнозування енергоспоживання з метою оптимізації використання енергетичних ресурсів.

II. СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Архітектура запропонованої комп'ютерної інтелектуальної системи прогнозування споживання електроенергії складається з таких основних модулів:

1. Модуль набору даних – складається з необхідної інформації для навчання і тестування моделей прогнозування. Набір даних включає історичні дані про споживання електроенергії, а також змінні прогнозування, такі як погодні параметри, календарні дані та інші потенційні фактори, що впливають на споживання.

2. Модуль підготовки та аналізу даних – зібрані дані нормалізуються, форматуються, узгоджуються, обробляються та готуються до аналізу і моделювання. Дані розбиваються на навчальні та тестові набори даних для розробки та оцінки моделей.

3. Модуль прогнозування – аналізуються різні моделі нейронних мереж для прогнозування електроспоживання, які відображають складні взаємозв'язки між змінними та цілями прогнозування, обирається найкраща поміж них та виконується її навчання.

4. Модуль аналізу результатів – навчена модель прогнозування оцінюється на тестовому наборі даних для вимірювання її продуктивності. Для кількісної оцінки помилок моделі обчислюються різні метрики точності.

5. Результат прогнозування – отримані результати прогнозів дозволяють менеджерам та комунальним підприємствам оптимізувати операції, ресурси та надійність системи.

Модульна архітектура дозволяє безперервне перенавчання моделі в міру надходження нових даних. Така архітектура забезпечує надійну й адаптивну основу для розробки та розгортання систем аналізу і прогнозування споживання електроенергії на основі даних з використанням інтелектуальних методів обробки інформації.

Існують різні методи та моделі, які можна використати в модулі прогнозування для реалізації короткострокового прогнозу споживання електроенергії. Основний підхід базується на застосуванні моделей штучних нейронних мереж, до яких можна віднести багатосаровий перцептрон (ANN), рекурентну нейронну мережу (RNN) та довготривалу короткочасну пам'ять (LSTM). Існують також інші методи і моделі, які можна використати для короткострокового прогнозування споживання електроенергії, такі як моделі авторегресійної інтегрованої ковзної середньої (ARIMA – Autoregressive Integrated Moving Average), моделі нечіткої логіки (FLM – Fuzzy Logic Model), метод опорних векторів (SVM – Support Vector Machine), та ін. Для підвищення точності та зменшення помилок прогнозів їх можна комбінувати з різними нейронними мережами.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ МОДЕЛЕЙ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Проведемо аналіз роботи моделей ANN, RNN та LSTM по прогнозуванню енергоспоживання, виконавши їх порівняння та визначивши найкращу з них.

Багатосаровий перцептрон (ANN) представляє собою модель, яка вивчає зв'язки в даних без врахування часових залежностей.

Рекурентна нейронна мережа (RNN) представляє собою архітектуру, яка здатна працювати з послідовними даними. Вона використовує механізм повторного входу, що

дозволяє враховувати попередні стани та використовувати їх при обробці вхідних даних.

Довготривала короткочасна пам'ять (LSTM) є розширенням RNN, спроектованим для подолання проблем втрати та зсуву градієнтів. Вона використовує спеціальні блоки пам'яті, які дозволяють зберігати та оновлювати інформацію на тривалий термін.

Для кращого сприйняття та деталізації отриманих результатів, вони занесені до порівняльної таблиці, яка є необхідним інструментом для систематичного та зрозумілого порівняння різних аспектів точності кожної моделі. Вона дозволить визначити переваги та недоліки кожної моделі, забезпечуючи повний огляд їхньої ефективності в різних умовах.

Для прогнозування енергоспоживання було використано набір даних «Hourly Energy Consumption» з онлайн-ресурсу Kaggle, що складається з даних компанії PJM Interconnection, яка є регіональною організацією з передачі електроенергії і є частиною мережі Eastern Interconnection, що управляє системою передачі електроенергії в США. Взяті погодинні дані про споживання електроенергії вказані в мегаватах (МВт) і наведені на Рисунок 1.



Рисунок 1. Візуалізація даних з вхідного набору

Результати порівняльного аналізу моделей ANN, RNN та LSTM наведені в Таблиці 1. Для кількісної оцінки помилок моделей обчислювалися різні метрики точності, такі як: середньоквадратична похибка (MSE), середня абсолютна похибка (MAE), середня абсолютна відсоткова похибка (MAPE) та коефіцієнт детермінації (R^2).

Таблиця 1. Порівняння моделей прогнозування за різними метриками

Модель	MSE	MAE	MAPE	R^2
ANN	224770.549	275.259	0.029%	0.954
RNN	188859.748	238.079	0.025%	0.965
LSTM	125571.092	169.54	0.015%	0.985

Для кращого візуального аналізу та порівняння результатів прогнозування енергоспоживання було створено декілька детальних графіків, представлених на Рисунку 2. На них нанесені фактичні дані щодо споживання енергії поряд із прогнозованими значеннями, отриманими з використанням моделей ANN, RNN та LSTM.

Кожен графік представляє собою наглядний порівняльний аналіз, де чітко видно відхилення між реальними та прогнозованими значеннями для кожної моделі. Це дозволяє здійснити оцінку точності та ефективності кожної моделі на різних ділянках часового ряду.

Аналіз та порівняння результатів прогнозування згідно Таблиці 1 та Рисунку 1 показали, що модель LSTM виявилася найбільш ефективною у прогнозуванні енергоспоживання. Її високий рівень точності, відображений у низьких значеннях помилок та високому коефіцієнті детермінації, свідчить про її виняткову адаптованість до динаміки енергетичного споживання.

Враховуючи порівняння з іншими моделями, LSTM видається не лише найточнішою, але й найбільш універсальною у різних умовах. Її здатність впевнено адаптуватися до змін у

часових рядах і висока точність роблять її незамінною для прогнозування енергоспоживання.

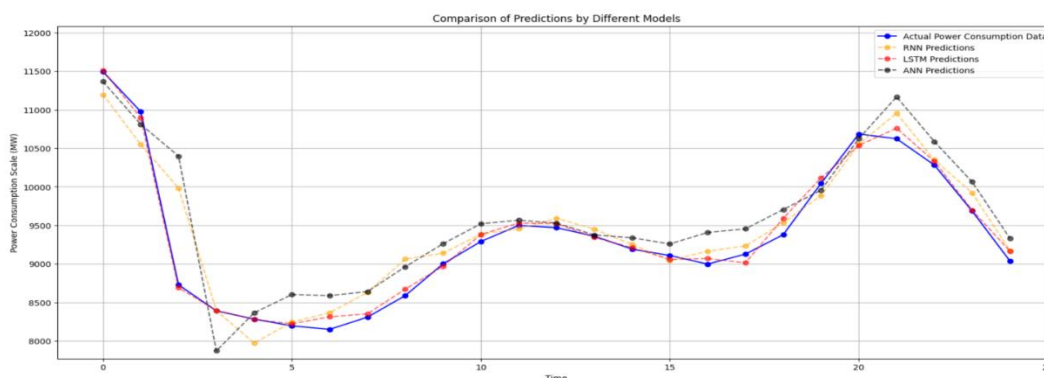


Рисунок 2. Деталізовані графіки прогнозування електроспоживання

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Проведено порівняльний аналіз моделей штучних нейронних мереж ANN, RNN та LSTM для прогнозування енергоспоживання на наборах даних компанії PJM Interconnection (США) за різними критеріями, який показав, що модель LSTM виявилася найбільш ефективною у прогнозуванні енергоспоживання. Її високий рівень точності, відображений у низьких значеннях помилок та високому коефіцієнті детермінації, свідчить про її виняткову адаптованість до динаміки енергетичного споживання.

ДЖЕРЕЛА

1. Lu C., Li S., Lu Z. (2022). "Building energy prediction using artificial neural networks: A literature survey". Energy and Buildings, Vol. 262, 2022, 111718.
2. Alipour M. "Sustainable Energy Management". Encyclopedia of the UN sustainable development goals. Springer, Cham, 2020.
3. Parfenenko Y.V., Shendryk V.V., Kholiavka Y.P., Pavlenko P.M. Comparison of short-term forecasting methods of electricity consumption in microgrids. Radio Electronics, Computer Science, Control. No.1, 2023, pp. 14-23.



МИКОЛА КОРАБЛЬОВ отримав ступінь доктора технічних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) у 2012 році. Автор понад 300 наукових праць. Серед наукових інтересів – Інтелектуальна обробка інформації за умов невизначеності.



ДАНИЛО АНТОНОВ отримав ступінь бакалавра (2021 рік) і ступінь магістра комп'ютерної інженерії (2022 рік) у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерної інженерії у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Серед наукових інтересів – Інтелектуальні системи аналізу і прогнозування фінансових ринків.



ВЛАДИСЛАВ ПОЛОУС отримав ступінь бакалавра (2022 рік) і ступінь магістра комп'ютерної інженерії (2023 рік) у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Автор планує працювати над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерної інженерії у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Серед наукових інтересів – Інтелектуальні системи прогнозування нестационарних процесів.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ MASK R-CNN ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Микола Корабльов¹, Максим Кушнар'ов², Станіслав Дикий³

¹Професор кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0000-0002-8931-4350

E-mail: mykola.korablyov@nure.ua

²Старший викладач кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0000-0002-3772-3195

E-mail: maksym.kushnarov@nure.ua

³Аспірант кафедри комп'ютерних технологій та систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ORCID: 0009-0007-5396-2413

E-mail: stanislav.dykyi@nure.ua

***Анотація.** Підвищення якості систем розпізнавання дорожніх знаків є актуальною задачею для підвищення безпеки руху автотранспортних засобів. Проведено аналіз нейронних мереж з метою їх застосування для розпізнавання дорожніх знаків, що дозволило вибрати для цих цілей нейронну мережу Mask R-CNN, яка ефективно виявляє об'єкти на зображенні і створює високоякісну маску сегментації для кожного екземпляра. Розглянуто приклад навчання і використання Mask R-CNN для розпізнавання знаків дорожнього руху.*

Ключові слова: розпізнавання, нейронна мережа, дорожній знак.

I. ВСТУП

Для підвищення безпеки руху автотранспортних засобів широко застосовуються системи автоматичного розпізнавання знаків дорожнього руху. Розпізнавання дорожніх знаків є задачею комп'ютерної візуалізації, яка полягає в тому, щоб визначити в зображенні певний об'єкт, сцену або іншу характеристику. Існує два основних підходи до розпізнавання зображень: 1) підхід на основі ознак; 2) підхід на основі навчання.

Підхід на основі ознак полягає в тому, щоб спочатку витягти із зображення певні ознаки, які потім використовуються для класифікації зображення. Ознаки можуть бути як низькорівневими, такими як колір, текстура або форма, так і високорівневими, такими як контекст або семантика. Підхід на основі навчання полягає в тому, щоб навчити модель розпізнавати певні об'єкти або сцени, використовуючи позначений набір даних зображень.

Для розв'язання задачі розпізнавання дорожніх знаків можна застосовувати моделі, що засновані на використанні тієї чи іншої нейронної мережі (НМ). Найпоширеніші моделі включають: згорткові нейронні мережі (CNN – Convolutional Neural Network); автоенкодера (Autoencoders); глобальні моделі, тощо, які є ефективним засобом розпізнавання об'єктів

Серед НМ можна виділити Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network), яка має багато переваг і ефективно виявляє об'єкти на зображенні, одночасно створюючи високоякісну маску сегментації для кожного екземпляра. НМ Mask R-CNN проста у навчанні і дозволяє легко узагальнити інші завдання, наприклад, дозволяючи

оцінювати пози людини у тій самій структурі. Це робить її дуже ефективним інструментом для вирішення проблем сегментації об'єктів на зображеннях.

В роботі розглядається розпізнавання дорожніх знаків на основі використання нейронної мережі Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network), що має певні переваги над іншими НМ. Mask R-CNN дозволяє додатково виконати сегментацію зображення на рівні пікселів, що суттєво підвищує точність розпізнавання.

II. ВИБІР МОДЕЛІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ

Mask R-CNN є різновидом CNN і являється розширенням НМ Faster R-CNN, спеціально призначеним для вирішення завдань семантичного сегментування об'єктів на зображеннях. Основною ідеєю є додавання до архітектури Faster R-CNN додаткового шару для генерації бінарної маски кожного виділеного об'єкта. Mask R-CNN прогнозує положення маски, що покриває знайдений об'єкт, вирішуючи проблему сегментації екземплярів зображення.

Робота Mask R-CNN складається з наступних основних етапів та компонентів:

1. Вибір областей із зображення (RPN – Region Proposal Network), які містять об'єкти.
2. Витягнення ознак. Зображення та області, вибрані RPN, вводяться у згорткову нейронну мережу для витягнення ознак.

3. Головна гілка (Main Branch). Включає в себе подачу ознак для класифікації та регресії, аналогічно Faster R-CNN..

4. Масковий шар (Mask Head). Додатковий шар, який відповідає за генерацію бінарних масок для об'єктів. Цей шар має свою власну згорткову архітектуру та використовується для точного визначення форми та положення кожного об'єкта на зображенні.

5. Функція втрат та навчання. Використовується функція втрат, яка враховує як класифікаційні та регресійні втрати, так і втрати відносно генерації масок.

Всі ці фактори роблять НМ Mask R-CNN потужним інструментом для вирішення різних проблем комп'ютерного зору, а також сегментації об'єктів на зображеннях. Ось деякі галузі використання НМ Mask R-CNN:

1. *Застосування в медицині.* Mask R-CNN можна використовувати для сегментації органів на медичних зображеннях, що допомагає в діагностиці та плануванні операції. Це полегшує роботу лікарів, надаючи їм точні та детальні карти органів.

2. *Автоматичне відеоспостереження.* У системах відеоспостереження НМ Mask R-CNN може ефективно ідентифікувати та сегментувати об'єкти інтересу, покращуючи автоматичне розпізнавання та аналіз відеоданих.

3. *Автомобільні програми.* В автомобільній промисловості НМ Mask R-CNN можна використовувати для сегментації об'єктів на зображеннях, отриманих з автомобільних камер. Це допомагає автомобілю точно відчувати оточення та реагувати на нього.

4. *Дослідження Землі з космосу.* В астрономії та авіації НМ Mask R-CNN можна використовувати для аналізу супутникових зображень. Модель дозволяє точно сегментувати різні об'єкти та вдосконалювати процеси аналізу зображень Землі.

Таким чином, Mask R-CNN надає можливість отримати не тільки бібліотеку областей, але й точні маски для об'єктів на зображенні. Це робить її дуже ефективним для завдань, де важлива точність визначення контуру об'єкта. З урахуванням цих особливостей Mask R-CNN обрана в якості базової для розпізнавання знаків дорожнього руху.

III. РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ І РЕЗУЛЬТАТИ

При використанні Mask R-CNN для розпізнавання знаків дорожнього руху необхідно виконати послідовність дій. Спочатку необхідно підготувати датасет із зображеннями того

об'єкту, який необхідно розпізнати. Важливим є те, що чим більше зображень об'єкта базується в датасеті у різних ракурсах, фонах та кольорах, тим точніше нейронна мережа зможе розпізнавати наступні зображення та об'єкти.

Далі необхідно виконати анотації для датасету, які складаються з наступних кроків:

Крок 1 – необхідно додати багато різних зображень, в різних положеннях, при різному освітленні, серед інших об'єктів і на різному фоні.

Крок 2 – перехід до анотацій, тобто, ручне визначення положення об'єктів та присвоєння мітки. Це можна зробити з використанням проекту з відкритим кодом "www.makesense.ai".

Крок 3 – створення проекту у веб-додатку та завантаження зібраного датасету з зображеннями.

Крок 4 – створення маркера для подальшого використання з метою визначення до якого класу належить знайдений об'єкт на зображенні.

Крок 5 – ручне виділення об'єктів на зображеннях за допомогою спеціального інструменту «polygon» (многокутник), щоб Mask R-CNN навчалась за допомогою початкового датасету та змогла розпізнавати подібні об'єкти вже на зображеннях, які не розташовані в датасеті.

Крок 6 – після ручного виділення об'єкту на зображенні (в деяких випадках їх може бути декілька на одному зображенні), необхідно присвоїти створені мітки для кожного виділеного об'єкта на зображенні.

Крок 7 – усі наступні зображення необхідно обробити за попередніми кроками.

Крок 8 – після обробки усіх зображень в датасеті необхідно зробити експорт файлу «JSON» у форматі «COCO». Завдяки цьому файлу, який містить дані координат усіх виділених точок на кожному зображенні, можна натренувати Mask R-CNN.

Для отримання результатів розпізнавання був створений додаток по тренуванню нейронної мережі. Спочатку для роботи Mask R-CNN необхідно завантажити усі модулі та бібліотеки. Після компіляції система створює навчену модель Mask R-CNN. Далі необхідно завантажити до файлів створеного проекту датасет архів у форматі ".zip" та вивантажений файл з анотаціями у форматі "JSON". Витягування архіву зображень з датасету та анотації було зроблено за допомогою веб-додатку та присвоєння значень змінним.

На наступному етапі використовувалися два осередки. Перший перевіряє кількість зображень та виконує підготовчі обробки для навчання НМ Mask R-CNN. Другий розпочинає навчання безпосередньо самої НМ на базі підготовлених анотацій та датасету. Далі в папці "logs" були створені файли у форматі ".h5", які є результатами навчання Mask R-CNN, яке для більш глибокого навчання було проведено у п'ять ітерацій.. Далі відбувається завантаження останньої навченої моделі, яка є найбільш точною з усіх попередніх, для наступної обробки зображення на базі натренованої моделі для розпізнавання об'єктів.

Наведемо приклад тестування роботи Mask R-CNN по розпізнаванню знаків дорожнього руху на випадковому зображенні. На Рисунку 1а наведено приклад оригінального зображення з дорожніми знаками, на Рисунку 2 наведено його зображення з маскою НМ Mask R-CNN, а на Рисунку 1б наведено приклад обробленого зображення.



а)



б)

Рисунок 1. Оригінальне (а) та оброблене (б) зображення нейронною мережею Mask R-CNN



Рисунок 2. Зображення з дорожніми знаками з маскою Mask R-CNN

На прикладі видно як Mask R-CNN на базі навченого класу чітко знаходить і обробляє декілька об'єктів на зображенні. Це дає змогу розширювати кількість класів та об'єктів для розпізнавання та підвищити якість обробки зображень за допомогою Mask R-CNN.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Автоматичне розпізнавання знаків дорожнього руху дозволяє суттєво підвищити безпеку руху автотранспортних засобів. Розглянуті методи та моделі розпізнавання зображень та проведено аналіз нейронних мереж, які можуть використовуватися для розпізнавання знаків дорожнього руху. Це дозволило обрати для цих цілей нейронну мережу Mask R-CNN, яка була досліджена разом з процесом навчання, підготовкою атрибутів для навчання та розробкою за її допомогою нового класу по розпізнаванню знаків дорожнього руху. Mask R-CNN має можливість додаткового навчання та вдосконалення ефективності для більш точного розпізнавання об'єктів та більш глобального використання.

Проведені експериментальні дослідження показали, що Mask R-CNN одночасно і чітко знаходить і обробляє декілька об'єктів на зображенні. В цілому, Mask R-CNN являє собою потужний інструмент для сегментації об'єктів, що значно покращує можливості систем комп'ютерного зору в різних сферах застосування.

ДЖЕРЕЛА

1. Веб-додаток загальної інформації нейронних мереж [Електронний ресурс] – URL: <https://forklog.com/chto-takoe-nejronnaya-set/>.
2. Сервіс вивчення практик нейронних мереж [Електронний ресурс] –URL: https://wiki.math.uwaterloo.ca/statwiki/index.php?title=Mask_RCNN.
3. He K., Gkioxari G., Dollár P., Girshick R. Mask R-CNN. ArXiv:1703.06870, 2018.



МИКОЛА КОРАБЛЬОВ отримав ступінь доктора технічних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) у 2012 році. Автор понад 300 наукових праць. Серед наукових інтересів – Інтелектуальна обробка інформації за умов невизначеності.



МАКСИМ КУШНАРЬОВ отримав ступінь кандидата технічних наук у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна) у 2016 році. Автор понад 30 наукових праць. Серед наукових інтересів – Інтелектуальні системи обробки музики. Адаптивні системи керування безпілотними літаючими апаратами.



СТАНІСЛАВ ДИКИЙ отримав ступінь бакалавра (2021 рік) і ступінь магістра (2022 рік) комп'ютерної інженерії у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерної інженерії у Харківському національному університеті радіоелектроніки (Харків, Україна). Серед наукових інтересів – Інтелектуальні системи діагностики емоційного стану людини.

ІНТЕГРУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВНЗ

Альбіна Криштопа¹, Єва Кириленко²

¹Старший викладач. Кафедра медичної і біологічної фізики та інформатики. Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-1034-7342

alla335578@gmail.com

²Студентка, група 13113. Медичний факультет 1, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

ORCID: 0009-0007-5808-850X

kyrylenko.ye@gmail.com

***Анотація.** В даній роботі аналізується новий універсальний інструмент для використання в медичних закладах вищої освіти, який базується на сучасних розробках в галузі інформатики, а саме штучний інтелект. Увага акцентується лише на створенні бази тестів та клінічних задач. Більш різноманітні можливості використання цього інструменту відкриються завдяки більшому інтегруванню сучасних технологій в навчальний процес.*

Ключові слова: штучний інтелект (ШІ), база даних (БД), інтегрування.

I. ВСТУП

Актуальність. Штучний інтелект – це глобальний тренд сьогодення. З кожним днем його інтегрування в людський побут стає глибшим. Освітня галузь не є виключенням. Зідно з опитування Міністерства освіти і науки 91% опитаних школярів знають про ШІ-сервіси, а 85% - хоча б раз їх використовували [1]. Відповідно, рівень обізнаності здобувачів вищої освіти є ще більшим. Цей унікальний інструмент відкриває великі можливості та має необмежений потенціал для використання в медичних ВНЗ.

Проблематика. Поверхневе введення нових технологій в обличчі штучного інтелекту в вищу медичну освіту сьогодення. З певних причин, методики, які використовуються в процесі навчання, відстають від теперішніх реалій в технологічному плані. З цієї причини первинне інтегрування нових технологій хоча б в якусь сферу освіти зробить великий крок в бік загального процесу.

Не менш важливо протягом процесу інтегрування, не забувати яка була первинна причина даного нововведення. Оскільки під час розробки алгоритму спеціалісти можуть нерационально оцінювати рівень важкості алгоритму. Для фахівців з інформаційних технологій певний алгоритм є легким, а для середньостатистичного студента або викладача цей процес може здатись важким та незрозумілим. Тому дуже важливо зробити всі етапи використання штучних технологій в щоденному навчанні максимально простими та зрозумілими, оскільки мотивація даного нововведення - це покращення якості вищої освіти.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Враховуючи, що дана робота несе теоретичний та узагальнюваний характер, то методи дослідження були використанні теоретичні: метод абстрагування, метод аналізу, метод синтезу тощо.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Інтегрування штучного інтелекту в навчальний процес може бути всебічним. В даній роботі буде оглядатись лише використання ШІ для створення клінічних завдань, задач та тестів для перевірки та закріплення матеріалу під час іспитів, ПК, заліків, практичних, семінарських занять та в позааудиторний час. В результаті створиться новий вид контролю знань студентів, де на відмінну від простої бази тестів, не вийде списати чи завчити правильні варіанти відповідей.

Штучний інтелект вивчає величезні масиви даних, щоб знайти тенденції та закономірності, які можна використовувати для отримання інформації для вдосконалення різних процесів. Штучний інтелект також допомагає оптимізувати аналіз даних, об'єднуючи всі дані в одне рішення, що дозволяє користувачам мати повний огляд даних [2]. Знання, які потребуються для виконання медичної практики, теж можна охарактеризувати як величезний масив даних, який варто правильно структурувати та проаналізувати, щоб він правильно засвоївся у майбутніх медиків. Тестування є одним зі шляхів засвоєння інформації. З цієї причини, щоб в завданнях і запитаннях інформація подавалась правильно, логічно та послідовно, варто використовувати технології ШІ.

Першим кроком для створення даного процесу є правильний менеджмент та диференціація вхідних даних. Певна інформація може зберігатися в простому текстовому варіанті, наприклад теоретичні відомості, а весь практичний матеріал повинен зберігатися в базах даних. Академічною частиною бази даних для створення завдань будуть оцифровані кафедральні підручники та додаткова методична література, яка знаходиться в архівах та бібліотеках університету. Первинний клінічний аспект може бути заповнений відомими випадками з медичної практики, які були освітлені вітчизняними та світовими ЗМІ або знаходяться у відкритих джерелах, щоб виконати вимоги права пацієнта на приватність та конфіденційність.

Академічний та первинний клінічний блок інформації може опрацьовувати Deep Learning (DL) разом з генеративним ШІ (найяскравіший приклад ChatGPT) [3]. Відповідно, головним виробником клінічних задач і надалі може залишитись Генеративний ШІ. Лише при більш глибокому інтегруванні і при більш комплексних запитках, відповідно, знадобляться інші допоміжні технології штучного інтелекту. Вторинна та доповнена база даних буде сформована після повної діджиталізації справжніх клінічних баз. Таким чином, задачі, з якими будуть стикатись студенти будуть якнайбільш наближеними до реальних ситуацій, але вся конфіденційна інформація пацієнтів буде збережена.

При використанні даної методики в екзаменаційних процесах потребується додатковий етап верифікації правильності та доцільності питань. Це зумовлено тим, що дана технологія ще на етапах розробки і може видавати помилкові відповіді. Для цього потребуватиметься ревізор або коректор, в особі викладача з даної кафедри. Але, це не є недоліком, оскільки навіть на сьогоднішній день, всі екзаменаційні завдання проходять декілька ступенів перевірки. Тим не менш, при цьому етапі можливе додаткове використання Machine learning (ML) [3]. З часом, даний механізм штучного інтелекту редукує процес людської верифікації до мінімуму, що відповідно редукує рівень впливу людського фактору на розробку медичних завдань. Таким чином, будуть редуковані не лише прості механічні похибки, а також

можливий вплив особистих переконань ревізора на формулювання завдань, які можуть неспівпадати з загальною клінічною практикою та традиційною медициною загалом.

Щодо майбутнього розвитку даного алгоритму. Як вже було зазначено раніше, найлогічніший розвиток даної технології це більше інтегрування в систему освіти та паралельне зв'язування з системою охорони здоров'я. Іншими словами ті запити, які надаватиме штучний інтелект, комбінуватиме як теоретичні так і практичні знання. В поєднуванні різних баз даних немає такої великої проблеми. Більше питання з сильним етичним забарвленням з'являється над питанням діджиталізації персональних даних пацієнтів та їхніх клінічних справ. Хто, де і як повинен це робити, щоб в майбутньому мінімізувати ризик компрометування даних? Технологічним підґрунтям для цього може стати вже наявна електронна система охорони здоров'я в Україні (ЕСОЗ).

На сьогоднішній день, вже розроблена первинна система передачі персональних даних пацієнтів. Зокрема, в електронну систему вносяться: прізвище, ім'я, по батькові, реєстраційний номер облікової картки платника податків (за наявності), реквізити документа, що посвідчує особу, контактні дані, інформація про обраний метод автентифікації тощо. До медичної інформації в ЦБД ЕСОЗ належать: інформація про візити до лікаря, госпіталізації, консультації, плани лікування, інформація про електронні направлення, рецепти, медичні висновки, процедури, імунізації тощо. Зберігання медичної інформації організовано окремо від зберігання персональних даних пацієнтів, що забезпечує додатковий захист інформації та конфіденційності пацієнтів [4]. Дана інформація цілком вписується в прогнози можливого розвитку інтеграції штучного інтелекту в систему освіти. Проблема конфіденційності пацієнтів в використанні їхньої медичної історії для навчання студентів вирішена через унікальний ідентифікатор пацієнта в реєстрі пацієнтів з використанням шифрування [4].

Варто сказати ще декілька слів про те, як можна обрамити цю абстрактну концепцію в зручний інструмент щоденного використання. Якщо роздивлятися розвиток інтегрування ШІ в систему навчання в призмі НМУ ім. О.О. Богомольця, то в майбутньому можливе додавання функції «ситуаційні задачі» на платформу Likar як додатковий вид самоконтролю та підготовки до практичних і семінарських занять. І за рахунок того, що кісткою даної функція буде ШІ, то кількість варіантів завдань нескінченна, що є безперечною перевагою над механічним написанням тестів, як це робиться на сьогоднішній день.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВОКИ

Треба зазначити, що попри неймовірну продуктивність даної технології, перспектива її розробки і повного введення в щоденний навчальний колообіг є доволі довготривала. Тим не менш, навіть на сьогоднішній день вже зроблені перші кроки для запровадження штучного інтелекту в вищу освіту.

В свою чергу медична вища освіта має найбільшу потребу в цьому, а також пропонує багато можливостей та платформ для зручного і успішного інтегрування.

ДЖЕРЕЛА

1. Результати всеукраїнського дослідження про перспективи ші в загальній середній освіті. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/rezultati-vseukrayinskogo-doslidzhennya-pro-perspektivi-shi-v-zagalnij-serednij-osviti> (Опубліковано 20 грудня 2023 року)
2. 6 найкращих інструментів ШІ для аналітиків даних. URL: <https://www.unite.ai/uk/ai-tools-data-analysts/> (Опубліковано 1 лютого 2024 р.)

3. Штучний інтелект у виробництві: переваги та приклади застосування. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/shtuchniy-intelekt-u-virobnitstvi-perevagi-ta-prikladi-zastosuvannya> (Опубліковано 24 листопада 2023 року)

4. Які дані пацієнтів зберігаються в електронній системі охорони здоров'я. URL: <https://ehealth.gov.ua/2024/02/22/yaki-dani-patsiyentiv-zberigayutsya-v-elektronnij-systemi-ohorony-zdorov-ya/> (Опубліковано 22 лютого 2024 року)



АЛЬБІНА КРИШТОПА - старший викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Тема науково-дослідної роботи «Методичні та синергетичні засади викладання інформаційних та фізико-математичних дисциплін у вищій медичній школі». Серед наукових інтересів – використання сучасних інформаційних технологій в освітньому процесі, інформатична підготовка студентів, розробка та впровадження інноваційних засобів навчання з дисциплін інформатичного циклу для студентів вищих медичних навчальних закладів.



ЄВА КИРИЛЕНКО – студентка I курсу Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Окрім медичної діяльності, цікавиться соціально-політичними питаннями. З цієї причини, по мимо волонтерства, наукова діяльність звернена на проблематику покращення різних аспектів життєдіяльності українського суспільства.

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У МЕТОДАХ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Олексій Літошко¹, Олена Андріюк²

¹Здобувач ступеня доктора філософії, факультет автоматизації і комп'ютерних систем, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: leto.elax@gmail.com

²Доцент кафедри інформаційних систем, штучного інтелекту і кібербезпеки, факультет автоматизації і комп'ютерних систем, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-6476-8268

E-mail: andriukop@nuft.edu.ua

***Анотація.** Розглянуто важливість виявлення аномалій у наборах даних для машинного навчання. Описано 3 основні категорії методів для цього: контрольовані, напівконтрольовані та неконтрольовані. Виявлено результати застосування алгоритмів машинного навчання та методи оцінювання їхньої ефективності. Приділено увагу використанню матриці помилок для виявлення 2 основних типів помилок і важливості чіткого визначення умов для визначення аномалій. Вказано на труднощі вибору найкращого алгоритму. Запропоновано використання методів розв'язання багатокритеріальних задач на основі нелінійних компромісів як ефективний підхід для цього завдання.*

Ключові слова: виявлення аномалій, методи машинного навчання, оцінка ефективності, матриця помилок, багатокритеріальна оптимізація.

I. ВСТУП

Виявлення незвичайних, аномальних елементів у наборі даних є важливим завданням у сфері машинного навчання (МН). Окрім численних прикладів його практичного використання, таких як виявлення відхилень у вимірюваннях датчиків, виявлення хакерських атак або виявлення несподіваних результатів у медичних дослідженнях, це завдання є важливим етапом у розробці будь-якого алгоритму МН, що дозволяє перевіряти дані на відповідність та очищати їх від шуму та випадкових викидів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Існують три основні категорії методів виявлення аномалій. У контрольованих методах МН для цього необхідний «розмічений» набір даних, в якому кожен екземпляр має мітку «нормальний» або «аномальний», і на цій основі відбувається навчання класифікатора. Однак цей підхід виявлення аномалій досить рідко застосовується через обмежену доступність розмічених даних і часту незбалансованість класів. Методи напівконтрольованого виявлення аномалій використовують позначені дані, які можуть включати різноманітні комбінації нормальних та аномальних даних. Ці методи зазвичай будують модель, яка відтворює нормальну поведінку на основі навчального набору даних, а потім оцінюють ймовірність того, що тестовий екземпляр був згенерований цією моделлю. У неконтрольованих методах виявлення аномалій припускається, що дані не мають

маркування. Нині вони є найбільш поширеними через їхню широку та актуальну застосовність [6].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результати застосування алгоритмів МН у завданнях виявлення аномалій можуть виявлятися наступним чином:

– У результаті класифікації кожен зразок з тестової вибірки отримує мітку, вказуючи, чи є він нормальним чи аномальним. Цей вид оцінки особливо характерний для систем, що використовують моделі класифікації.

– Кожному зразку тестової вибірки присвоюється оцінка аномальності. Це дозволяє сортувати вихідні дані за ступенем аномальності, але вимагає встановлення додаткового порогового параметра. Періодично виникають ситуації, які можна розцінювати, як помилкове виявлення аномалії. При правильному налаштуванні алгоритмів можна зменшити кількість таких помилкових виявлень, що дозволить збільшити точність системи.

Потрібно зважати, що використання деяких алгоритмів, таких, як наприклад, Isolation Forest або автокодувальні нейронні мережі, дозволяє виявити нові аномалії, які раніше не були відомі. Алгоритм Isolation Forest використовує випадкові розділення для ізоляції аномальних зразків у дереві рішень, тому може застосовуватись для виявлення аномалій у режимі реального часу.

Якщо дані відносно стабільні, можна для роботи в реальному часі застосовувати алгоритм One-Class SVM (Support Vector Machine), основна ідея полягає у граничному пошуку, тобто алгоритм шукає границю, яка відокремлює нормальні зразки від аномальних.

Алгоритм Local Outlier Factor (LOF) можна також використовувати у режимі реального часу, якщо доступною є інформація про безпосередньо зразки і найближчих «сусідів» до заданих зразків. Алгоритм виявляє аномальні точки, які мають дуже високу або низьку щільність у порівнянні з навколишніми точками і, відповідно, оцінює ступінь відстані від кожного зразка до його найближчих сусідів. Зразки з низькими оцінками LOF вважаються аномальними.

Алгоритм DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) є алгоритмом кластеризації і також може ефективно виявляти аномалії в реальному часі, при чому виявлення аномалій базується в даному випадку знову на щільності розподілу даних, але аномальними будуть зразки, які представлені рідкими областями в просторі даних. Алгоритм використовує два параметра, один з яких визначає максимальну відстань між двома точками, так щоб вони вважалися сусідніми, а другий параметр визначає мінімальну кількість точок, які потрібні, щоб утворити кластер. Основна ідея полягає в тому, щоб визначити кластери на основі густини даних у просторі, враховуючи потенційні аномальні точки як шум або викиди.

Зважаючи на рідкість випадків аномальної поведінки системи, оцінка результатів роботи алгоритмів МН є вкрай складною. У загальному випадку, ефективність алгоритму визначається базовою оцінкою:

$$\text{Base Rate} = \operatorname{argmax} \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l [y_0 = y_i] \quad (1)$$

де l представляє кількість членів у тестовій вибірці, y^i вказує на передбачене значення, а y_0 на значення елемента даних, яке було визначене експертом.

Для оцінки ефективності окремих алгоритмів МН використовують різні методи, але більшість з них базуються на побудові матриці помилок (Confusion Matrix). Ця матриця дозволяє виявити два основних типи помилок: а) коли нормальна поведінка системи помилково вважається аномальною (False Positives); б) коли спроба зловмисного

проникнення в систему помилково вважається за нормальну активність (False Negatives). Хоча обидві ситуації небажані, другий випадок є більш небезпечним, і тому одним з головних завдань в розробці систем виявлення є чітке визначення умов, за яких ситуація вважається аномальною, щоб жодна з перерахованих ситуацій не виникала занадто часто [1].

Для оцінки ефективності виявлення аномалій у контрольованому навчанні використовують різноманітні метрики, що ґрунтуються на матриці помилок: загальна точність (Overall Accuracy), крива характеристики роботи приймача (ROC) (Receiver operating characteristics (ROC) curve), точність (Precision), повторність (Recall), F-міра (F-score), площа під кривою (AUC) (Area under the curve (AUC)), крива точності-повторності (PR) (Precision-recall (PR) curve) та інші [1].

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Часто, використовуючи різні алгоритми виявлення аномалій, користувачі стикаються з аналогічними показниками якості, що ускладнює вибір найкращого з них. Вирішення цієї проблеми може бути розглянуте як завдання багатокритеріальної оптимізації. Найбільш ефективним підходом може стати використання методів розв'язання багатокритеріальних задач на основі нелінійних компромісів. Переваги методу нелінійних компромісів полягають у його простоті за обчислювальними витратами. Крім того, при опуклості часткових критеріїв скалярна згортка має властивість унімодальності, що робить задачу однозначно вирішеною [5].

ДЖЕРЕЛА

1. Hendrycks, D., & Gimpel, K. (2016). A baseline for detecting misclassified and out-of-distribution examples in neural networks.
2. Liang, S., Li, Y., & Srikant, R. (2017). Enhancing the reliability of out-of-distribution image detection in neural networks.
3. Malinin, A., Mlodozienec, B., & Gales, M. (2019). Ensemble distribution distillation.
4. Hendrycks, D., & Dietterich, T. (2019). Benchmarking neural network robustness to common corruptions and perturbations.
5. Gavrylenko S. (2022). Дослідження методів виявлення аномалій на етапі попередньої обробки даних.
6. KnowledgeHut (2023). Anomaly Detection with Machine Learning Overview [online]. URL : <https://www.knowledgehut.com/blog/data-science/machine-learning-for-anomaly-detection>.



ОЛЕНА АНДРІЮК отримала ступінь бакалавра математики у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 1997 році, ступінь магістра математики у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 1998 році, отримала диплом кандидата фізико-математичних наук, рішення спеціалізованої вченої ради Інституту математики НАН України (Київ, Україна) у 2007 році. Серед наукових інтересів — алгоритми нечіткої логіки, генетичні алгоритми, методи штучного інтелекту



ОЛЕКСІЙ ЛІТОШКО отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2020 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки в Національному університеті харчових технологій (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — штучний інтелект, методи прогнозування та аналіз часових рядів

НОВІ АДАПТИВНІ КОДЕКИ І РЕЖИМИ АДАПТИВНОГО КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ/ВІДЕО

Василь Луц

Аспірант, відділ оптимізації чисельних методів, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова
НАНУ, м. Київ, Україна
E-mail: vkluts@gmail.com

***Анотація.** Для розширення діапазону адаптації кожного кодека зображень/відео до обмежень обчислювальних ресурсів запропоновано нові адаптивні режими. Запропоновано нову концепцію адаптивних кодеків різних рівнів, які є оптимальними кодеками для певного рівня обчислювальних потужностей, в рамках якої сучасні алгоритми і досягнення адаптуються і застосовуються для оптимізації кодеків зображень та відео різних поколінь.*

Ключові слова: адаптивні кодеки, швидкодійний кодек, швидкі перетворення, адаптивні режими.

I. ВСТУП

Ідея адаптивних режимів для кодеків різних поколінь отримала подальший розвиток у формі адаптивних кодеків. Адаптивні режими запропоновано для розширення діапазону адаптації кожного кодека до обмежень обчислювальних ресурсів, аналогічну функцію виконують адаптивні кодеки різного рівня як набори адаптивних режимів. Існуюча архітектура всіх кодеків різних поколінь включає лише два рівні – рівень профіля та алгоритмів, включаючи адаптивні алгоритми, в той час як адаптивні кодеки і адаптивні режими додатково використовують ще один рівень – адаптивного вибору комплексів, наборів алгоритмів.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Процес еволюції алгоритмів стиснення зображень та відео призводить до появи кодеків наступних поколінь. При цьому кодеки попередніх поколінь залишаються без змін, а мінімальні вимоги для використання кодеків помітно зростають у порівнянні з кодеками попередніх поколінь. Відповідно, виникає задача оптимізації кодеків до обмежень обчислювальних ресурсів, що має два можливі рішення: розширення адаптивних режимів нових кодеків та розробка архітектури адаптивних кодеків різного рівня складності з урахуванням сучасних досягнень. Кожен варіант має свої переваги, і може бути реалізовано незалежно один від одного. В процесі пошуку нових підходів формується математична модель кодування та стиснення зображень/відео і нова концепція мінімізації обчислень, що може бути використана не тільки в даній області.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Адаптивні кодеки – ряд кодеків, що адаптовані під певні обмеження по обчислювальній складності. Концепція адаптивних кодеків є альтернативною концепції еволюції кодеків – постійного покращення кодеків з кожним наступним поколінням. В якості адаптивних кодеків

можна розглядати наприклад ряд кодеків H.26x – від 3 до 6 поколінь. Для збільшення ефективності при збереженні обчислювальної складності можна запропонувати ряд покращень, модифікацій для кожного покоління. Позначимо нові версії LVC з відповідними номерами (LVC-3 – покращена версія H.263, LVC-5 – H.265). Розглянемо детальніше запропоновані зміни для кодеків різних поколінь. Зауважимо, що є однакові пропозиції для всіх кодеків – наприклад, використання найбільш швидкодійних цілочислових косинусних перетворень, або використання зсунутої mse та psnr [1], оскільки вони краще оцінюють похибки, особливо похибки контурів і меж, за звичайні міри, та ще й мають зменшену обчислювальну складність.

LVC-3, як і H.263 – буде мати фіксовану архітектуру, тобто не буде адаптивно обиратись один алгоритм з декількох можливих, що збільшує обчислювальну складність. Наприклад, LVC-3 буде використовувати лише один алгоритм передбачення значень пікселів, оскільки навіть один алгоритм буде збільшувати стиснення на 10-40% (в середньому на 25-30%) [1]. На етапі перетворень можна розглянути використання цілочислових косинусних перетворень порядку 8 або 16 зі швидкими алгоритмами [2], оскільки саме перетворення порядку 8 і 16 найчастіше використовуються в кодекі H.265, тобто є оптимальними. Адаптивний вибір між цими двома перетвореннями залишимо для наступного кодека – LVC-4, аналогу H.264, оскільки це підвищує обчислювальну складність. Але для кодека LVC-3 можна запропонувати спрощену процедуру вибору між цими двома перетвореннями – а саме, обирати одне з цих перетворень для всього зображення в цілому, оцінюючи статистичні характеристики зображення. Це збільшить обчислювальну складність лише на одну-дві операції на піксель, але дозволить підняти коефіцієнт стиснення для зображень з високою кореляцією між пікселями (використовуючи перетворення порядку 16) та зберегти вищу якість для зображення з низькою кореляцією між пікселями (завдяки перетворенню порядку 8). Інший простий алгоритм може враховувати ступінь стиснення – для малих і середніх значень застосовувати запропоновані косинусні перетворення, а для великих значень – спрощені косинусні перетворення розмірності 16, які мають меншу обчислювальну складність (перевага косинусного перетворення над спрощеним косинусним лінійно зменшується з рівнем стиснення). Коефіцієнт стиснення також обирається для всього зображення (кадру), а не адаптивно для окремих блоків. Оцінка статистичних характеристик зображення для вибору одного з перетворень може бути використана для вибору спрощеної палітри кольорів.

Кодек наступного покоління – LVC-4, аналог H.264, є найбільш оптимальним за співвідношенням стиснення-складність з усього ряду кодеків. Для нього пропонується прибрати перетворення порядку 4, і замість нього додати перетворення порядку 16. Відповідно, адаптивно буде обиратись та використовуватись або перетворення порядку 8, або 16, а передбачення значень пікселів буде обчислюватись для аналогічних блоків пікселів розміру 8 або 16. Кількість алгоритмів передбачення буде обиратись адаптивно – від 1 до 9, в залежності від додаткових умов та статистичних даних зображення.

Кодек LVC-5, аналог H.265, пропонується як ускладнити, так і спростити. Спрощення стосується використання адаптивного вибору між комплексами алгоритмів. Тобто тут додається ще один рівень кодування – адаптивні режими, з яких обирається один, і на нижчому рівні в рамках одного адаптивного режиму вже порівнюються та адаптивно обираються алгоритми.

Незважаючи на те, що додання ще одного рівня обчислень має збільшувати загальну складність кодека, на практиці воно буде зменшувати – оскільки алгоритми вибору адаптивних режимів має незначну обчислювальну складність, а більшість адаптивних режимів мають меншу обчислювальну складність, ніж оригінальний H.265. Найчастіше буде обиратись адаптивний режим, що включає в себе лише два перетворення – порядку 8 та 16, які є оптимальними для малого та середнього стиснення для середньої кореляції даних.

На другому місці буде режим з трьох перетворень – 8, 16 та 32, для зображень та кадрів з високою кореляцією між пікселями. Для збільшення коефіцієнта компресії пропонується адаптивно використовувати синусно-косинусне перетворення порядку 8 [3], для режимів роздільного направленного кодування одночасно з косинусним перетворенням.

В якості адаптивного режиму підвищеної складності пропонується адаптивно обирати між синусним та синусно-косинусним перетвореннями. Тобто для перетворення порядку 8 можна буде адаптивно обирати між трьома режимами:

- а) 2D косинусне,
- б) 1D косинусне та 1D синусно-косинусне,
- в) 1D косинусне, 1D синусно-косинусне або 1D синусне.

З метою зменшення обчислювальної складності пропонуються нові алгоритми послідовності порівняння розміру блоку передбачення та порядку перетворення – замість статичного, фіксованого підходу у напрямку зменшення розміру блоку адаптивно використовується найбільш ймовірний (8 або 16) згідно спрощеної статистичної оцінки зображення, або результат для попереднього блоку.

IV. ПРЕДИКАТИВНІ ТА ЕМПІРИЧНІ АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ ТА РЕЖИМИ

Емпіричні адаптивні алгоритми – це такі алгоритми, результат вибору яких дуже складно або неможливо передбачити.

Прикладами таких алгоритмів є алгоритми передбачення значень пікселів, або адаптивні алгоритми роздільного направленного кодування, коли підбирається найбільш оптимальна комбінація двох перетворень. Також емпіричними адаптивними алгоритмами є вибір одного перетворення з множини можливих однакового порядку, як це реалізовано в Н.266.

Відповідно, предикативні адаптивні алгоритми та комплекси алгоритмів (режими) відрізняються тим, що їх частково можна передбачити. Наприклад, зі статистики застосування перетворень різного порядку у Н.265 відомо, що найчастіше використовуються перетворення порядку 8 та 16, потім – 32, і найменше – порядку 4. Відповідно, з цієї статистики й випливає ідея використання лише перетворень розмірності 8 та 16 в якості спрощеного режиму, з метою зменшення обчислювальної складності.

Всі предикативні адаптивні режими за зменшення обчислювальної складності платять меншою ефективністю стиснення, і навпаки – всі емпіричні адаптивні алгоритми за збільшення ефективності стиснення платять збільшенням обчислювальної складності. Відповідно, можна гнучко обирати співвідношення між предикативними та емпіричними адаптивними алгоритмами (в перспективі цим буде займатись III, враховуючи значну кількість різних параметрів, умов, обмежень та оцінок).

Таким чином, пропонується ряд предикативних адаптивних режимів, і ряд нових емпіричних адаптивних алгоритмів.

Також пропонується застосувати адаптивні підходи для вибору простору кольорів, наприклад, адаптивне використання зменшеної кількості кольорів – зменшення глибини кольорів, індексованої палітри та їх комбінації, або адаптивне переключення між різними кольоровими просторами та режимами простору YCbCr.

V. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розглянута нова концепція адаптивних кодеків зображень та відео різного рівня, що є оптимальними по співвідношенню між рівнем стиснення і рівнем обчислювальних витрат, та використовують сучасні досягнення і алгоритми. Запропоновано нові адаптивні режими кодування та нові алгоритми для кодеків зображень/відео різного рівня.

ДЖЕРЕЛА

1. Луц В.К. Нові підходи та методи адаптивного кодування зображень. Кібернетика і системний аналіз. 2024. Т. 60, № 2. С. 188-200.
2. Hnativ L.O. Integer Cosine Transforms for High-Efficiency Image and Video Coding. *Cybern Syst Anal* 52, 802–816 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10559-016-9881-7>
3. Hnativ L.O., Luts V.K. Integer Modified Sine-Cosine Transforms Type VII. A construction Method and Separable Directional Adaptive Transforms for Intra Prediction with 8×8 Chroma Blocks in Image/Video Coding. *Cybern Syst Anal.* 57, 155–164 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10559-021-00339-9>



ВАСИЛЬ ЛУЦ отримав ступінь спеціаліста з прикладної математики у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 1998 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з прикладної математики в інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — кодування зображень і відео, теорія мінімізації обчислень, кластерний і статистичний аналіз.

РОЗПІЗНАВАННЯ СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ ЯК БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ СПАЙКІНГОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Дмитро Милосердов¹, Олег Колесницький²

¹Аспірант, ФІТА, ВНТУ, Вінниця, Україна

ORCID: 0009-0001-5216-3552

E-mail: dagger.dager@gmail.com

²Кандидат технічних наук, доцент, ФІТА, ВНТУ, Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0003-0336-4910

E-mail: kolesnytskiy@vntu.edu.ua

Анотація. У тезах запропоновано метод динамічного розпізнавання серцевої недостатності з використанням спайкінгових нейронних мереж. Обрано динамічні параметри, що є репрезентацією сигналу ЕКГ у часовий ряд. Обрані параметри подаються на вхід спайкінгової нейронної мережі, що надасть можливість розпізнати наявність та тип серцевої недостатності для показів ЕКГ. Розроблено структуру спайкінгової нейронної мережі та обрано тип навчання, що надасть швидкість та ефективність навчання на великих об'ємах даних..

Ключові слова: серцева недостатність, ЕКГ, спайкінгові нейронні мережі, зворотне поширення помилки, часові ряди.

I. ВСТУП

Технології розпізнавання та аналізу даних дедалі інтегруються у медичні технології, особливо у системи моніторингу та діагностування хронічних хвороб, таких як серцева недостатність. Серцева недостатність є величезною проблемою глобального здоров'я, що вимагає від лікарів високої точності діагностики та ефективності лікування. Розпізнавання серцевої недостатності як багатопараметричного процесу на основі спайкінгової нейронної мережі відкриває нові можливості для покращення діагностики та індивідуалізованого підходу до лікування.

Методи обробки кардіограми можна поділити на людські (перевірка лікарем кардіограми) та автоматизовані [1]. Людська верифікація основана на знанні та досвіді лікаря, що дивиться на кардіограму. Це може спричиняти людські помилки і є не самим надійним методом виявлення серцевої недостатності. Автоматизовані методи базуються на машинній обробці сигналів кардіограми та виділенні ознак сигналу. Такий метод зводить на мінімуму людську помилку і є більш надійним. Також виділяють окремий вид обробки на базі нейронних мереж. У якості вхідних параметрів буде використовуватись функція часу $X(t)$, що характеризує значення сигналу кардіограми в різні моменти часу.

Спайкінгові нейронні мережі (СНМ), що імітують біологічні процеси в мозку, здатні обробляти і аналізувати часові послідовності даних, що робить їх ідеально придатними для роботи з комплексними медичними даними, такими як ЕКГ, ультразвукові сканування серця, та іншими параметрами, пов'язаними з серцевою діяльністю. Ці мережі можуть виявляти складні взаємозв'язки між параметрами, що важко виявити за допомогою традиційних методів обробки даних.

У роботі буде розглянуто використання спайкінгових нейронних мереж для розпізнавання серцевої недостатності, оцінюючи їх здатність інтегрувати різноманітні медичні дані та виділяти важливі показники стану серцевої системи пацієнта. Буде проаналізовано, як СНМ можуть аналізувати динаміку серцевих сигналів, включаючи зміни в ЕКГ, та як ці дані можуть бути використані для раннього виявлення та прогнозування перебігу серцевої недостатності. Це дослідження має на меті продемонструвати потенціал СНМ у покращенні діагностичних можливостей, надаючи лікарям потужний інструмент для боротьби з серцевою недостатністю.

Мета роботи – представити новий метод динамічного розпізнавання серцевої недостатності на базі показів ЕКГ, що базується на використанні динамічних параметрів показів ЕКГ і спайкінгових нейронних мереж, та дозволяє спростити процес і підвищити достовірність розпізнавання серцевої недостатності.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Автоматизоване розпізнавання серцевої недостатності можна класифікувати за такими ознаками:

1) *Динамічні параметри.* У якості параметрів буде використано вихідний сигнал кардіографа. Це основний параметр на біза якого буде виконуватись розпізнавання. Він представлений у функції часу $X(t)$.

2) *Тип параметрів кардіограми.* Для виявлення серцевої недостатності на кардіограмі можуть бути використані як і окремі сигнали серцебиття, так і обробка всієї кардіограми.

3) *Вид перетворення параметрів.* Для перетворення вхідних даних використовуються алгоритми виділення ознак часових рядів, оскільки вхідний сигнал подається у вигляді часового ряду. Для такого перетворення використовуються такі алгоритми: Уолша [2], Хаара [2], Фур'є [3], сплайни [5] і т.і.

4) *Вид розпізнавання.* Після виділення ознак можна зробити розпізнавання на основі відомих методів класифікації. Таким можуть бути метод К-сусідів [6], SAX-BOP та нейронних мереж. Для отримання більш перспективних результатів використовуються сучасні нейронні мережі (спайкінгові [7], згорткові [8], рекурентні [9]). Найперспективнішими є спайкінгові нейронні мережі, оскільки вони дозволяють працювати напряму за часовим рядом та прилаштовані на обробку динамічних об'єктів.

У якості вхідних параметрів було обрано функцію часу $X(t)$, що буде характеризувати значення кардіограми у певний момент часу.

Для нормалізації значень було обрано мінімаксу нормалізацію. Цей метод ефективний для підготовки даних перед подальшим аналізом, оскільки він забезпечує єдиний масштаб для всіх значень. Метою мінімаксної нормалізації є перетворення всіх значень у наборі даних таким чином, щоб вони мали конкретний діапазон, зазвичай між 0 і 1 або між -1 і 1, як показано у формулі 1.

$$y = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

На базі MIT-BIH Arrhythmia Database [10] було виявлено, що удар серця не перевищує 187 часових відліків. Тому для створення наборів даних для нейронної мережі є визначення початку удару серця та отримання наступних значень для 187 відліків з подальшою передачею цих даних до нейронної мережі.

У якості основного нейрону у спайкінговій нейронній мережі було обрано LIF нейрон. LIF (Leaky Integrate-and-Fire) нейрон є спрощеною моделлю, яка використовується для імітації поведінки біологічного нейрону в нейронаукових дослідженнях та комп'ютерному

модельованні. Основна ідея моделі полягає в тому, що нейрон інтегрує вхідний сигнал до певного порогового значення, після чого генерується спайк (вихідний сигнал), а потім стан нейрону "скидається" до початкового рівня на основі формули 2.

$$\tau_m \frac{dV}{dt} = -V + RI \quad (2)$$

Де V – це мембранний потенціал нейрону, τ_m – часова константа мембрани, R – опір мембрани, I – вхідний струм. Коли потенціал V досягає певного порогового значення, генерується спайк, і потенціал нейрону миттєво скидається до свого спокійного стану, після чого процес може повторюватися.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Для задачі розпізнавання серцевої недостатності було розроблену наступну структуру нейронної мережі. Відштовхуючись від вхідних даних було вирішено, що вхідний шар буде містити у собі 187 нейронів, для значень кожного відліку. Прихований шар містить у собі 400 нейронів. Вихідний шар містить у собі 18 нейронів базуючись на класах патологій, що може бути діагностований на основі ЕКГ. Можливі результати: нормальне серцебиття, блокада лівої ніжки пучка Гіса, блокада правої ніжки пучка Гіса, блокада пучка Гіса (неуточнена), астенціальна екстрасистола, аберрантно проведена асоційована атомарна екстрасистола, вузловий екстрасистола, надшлуночкова передчасна або ектопічна екстрасистола, шлуночкова екстрасистола, R-on-T передчасне скорочення шлуночків, з'єднання шлуночкового та нормального скорочення, передсердний виснажливий поштовх, вузлове запізніле скорочення, надшлуночкова екстрасистола, запізніле скорочення шлуночка, мерехтіння шлуночків серця, поєднання мерехтіння та нормального ритму, некласифіковане серцебиття.

Для навчання нейронної мережі було обрано метод зворотнього поширення помилки. Він полягає в адаптації ваг нейронних зв'язків на основі градієнтного спуску, щоб мінімізувати різницю між фактичним виходом мережі та очікуваним результатом. На Рисунку 1 зображено структуру розробленої нейронної мережі для задачі розпізнавання серцевої недостатності.

Метод розпізнавання серцевої недостатності на основі спайкінгових нейронних мереж полягає в наступному:

1. Створити (згенерувати) 3-шарову спайкінгову нейронну мережу, як було описано вище (вхідний шар - 187 нейронів, прихований шар - 400 нейронів, вихідний шар - 18 нейронів). Виконати повнозв'язне з'єднання нейронів між шарами. Ваги зв'язків нейронів вибрати випадковими.

2. Застосувати алгоритм навчання зворотного поширення помилки. Особливість навчання у батчевому підході, це зменшить час навчання нейронної мережі на великому об'ємі даних.

3. Подати на вхід мережі досліджувану послідовність відліків і зафіксувати, який з вихідних нейронів матиме максимальний спайк реїт. На основі маппінгу нейрону до таблиці захворювання буде отримано результат.

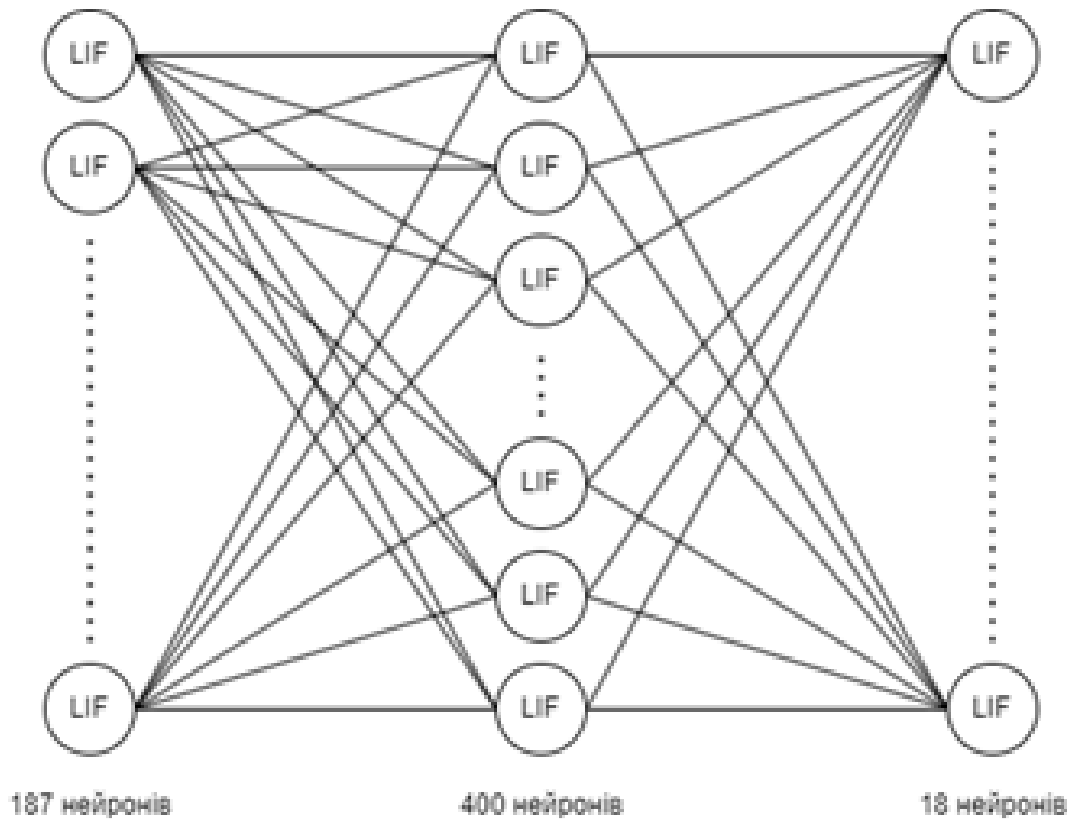


Рисунок 1. Структура спайкінгової нейронної мережі

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У доповіді представлено новий метод динамічного розпізнавання серцевої недостатності на базі показів ЕКГ, що базується на використанні динамічних параметрів показів ЕКГ і спайкінгових нейронних мереж, та дозволяє спростити процес і підвищити достовірність розпізнавання серцевої недостатності. Обрано та обґрунтовано вибір динамічних параметрів, що подають на вхід нейронної мережі. Розроблено структуру спайкінгової нейронної мережі та обрано метод навчання. У структурі було враховано специфіку вхідних даних та бажаний результат роботи у вигляді прогнозованого захворювання. Запропонований метод має такі переваги:

1. Динамічні параметри, що представляють собою значення сигналу ЕКГ та подаються на вхід спайкінгової нейронної мережі не втрачають корисної інформації та потребують менше часу на попередню обробку.
2. Нейронна мережа має простий та швидкий метод навчання.
3. Результати роботи нейронної мережі можуть бути отримані як для повної кардіограми, так і для окремих ударів серця.

ДЖЕРЕЛА

1. Дворник О. В., Чуйко Г. П., Дарнапук Є. С., Крайник Я. М., «МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE», журнал «Ліон», 2021.
2. Fino, B. J.; Algazi, V. R. (1976). "Unified Matrix Treatment of the Fast Walsh–Hadamard Transform". *IEEE Transactions on Computers*. 25 (11): 1142–1146

3. Boashash, B., ed. (2003), Time–Frequency Signal Analysis and Processing: A Comprehensive Reference, Oxford: Elsevier Science, ISBN 978-0-08-044335-5.
4. C. Li, C. Zheng, and C. Tai, “Detection of ecg characteristic points using wavelet transforms,” IEEE Transactions on biomedical Engineering, vol. 42, no. 1, pp. 21–28, 1995.
5. Ferguson, James C, Multi-variable curve interpolation, J. ACM, vol. 11, no. 2, pp. 221-228, Apr. 1964.
6. Van The Huy и Duong Tuan Anh. “An efficient implementation of anytime k-medoids clustering for time series under dynamic time warping”. В: Proceedings of the Seventh Symposium on Information and Communication Technology, SoICT 2016, Ho Chi Minh City, Vietnam, December 8-9, 2016. 2016.
7. О. К. Колесницький. Принципи побудови архітектури спайкінгових нейрокомп’ютерів / Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2014, ISSN 1997-9266
8. Ji, Shuiwang; Xu, Wei; Yang, Ming; Yu, Kai (1 січня 2013). 3D Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 35 (1): 221–231. ISSN 0162-8828
9. Рекурентна нейронна мережа [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nplus1.ru/material/2016/11/04/recurrent-networks>
10. MIT-BIH Arrhythmia Database [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://physionet.org/content/mitdb/1.0.0/>



ДМИТРО МИЛОСЕРДОВ отримав ступінь бакалавра комп’ютерних наук у Вінницькому національному технічному університеті (Вінниця, Україна) в 2020 році та ступінь магістра комп’ютерних наук у Вінницькому національному технічному університеті (Вінниця, Україна) в 2022 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп’ютерних наук в Вінницькому національному технічному університеті, (Вінниця, Україна). Серед наукових інтересів — системи штучного інтелекту, нейронні мережі, методи прогнозування та аналіз часових рядів.



ОЛЕГ КОЛЕСНИЦЬКИЙ отримав ступінь спеціаліста з електронних обчислювальних машин у Вінницькому політехнічному інституті (Вінниця, Україна) в 1986 році та ступінь кандидата технічних наук у Вінницькому політехнічному інституті (Вінниця, Україна) в 1994 році. Понад 30 років працює викладачем, з них понад 18 років працює доцентом на кафедрі комп’ютерних наук в Вінницькому національному технічному університеті, (Вінниця, Україна). Серед наукових інтересів — системи штучного інтелекту, нейронні мережі, нейрокомп’ютинг.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ІНТЕРНЕТ-ДОПИСІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЗАСОБАМИ НЕЙРОМЕРЕЖІ

Дмитрій Нестеренко¹, Ольга Кравченко²

¹Студент, кафедра Інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: nester423@ukr.net

ORCID: 0009-0003-8638-0947

²к.т.н., доцент, кафедра Інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: olha.kravchenko@knu.ua

ORCID: 0000-0002-9669-2579

***Анотація.** Досліджено методи аналізу соціальних мереж, використовуючи глибоке навчання. Застосовано моделі Supervised Learning, Real-Time Analysis та Topic Modeling для виявлення трендів громадської думки. Результати дозволяють ефективно визначати теми, ідентифікувати впливовість та моніторити зміни настроїв у реальному часі.*

Ключові слова: соціальні мережі, аналіз даних, глибоке навчання, Supervised Learning Models, Real-Time Analysis, Topic Modeling, тренди громадської думки, ефективність, класифікація тексту, реальний час, Latent Dirichlet Allocation, інсайти, впливові учасники.

I. ВСТУП

Із зростанням використання соціальних мереж у сучасному суспільстві виникає потреба в аналізі великого обсягу даних, які вони генерують, для виявлення та прогнозування трендів громадської думки. Ця проблема стає все більш актуальною, оскільки традиційні методи аналізу не завжди ефективні у роботі з такими великими обсягами даних.

У даному дослідженні ми зосередимося на використанні передових методів глибокого навчання для аналізу соціальних мереж. Зокрема, ми розглянемо методи Supervised Learning Models, Real-Time Analysis та Topic Modeling. Використання цих методів дозволить нам отримати, обробити та проаналізувати дописи користувачів соціальних мереж для виявлення ключових патернів у громадській думці.

Наш дослід присвячений пошуку високоефективних рішень для аналізу великих обсягів даних з соціальних мереж з метою виявлення трендів, змін настроїв та визначення впливових учасників. Результати нашої роботи можуть бути корисними для різних галузей, таких як маркетинг, політика та дослідження громадської думки. Впровадження передових методів аналізу даних у соціальних мережах має великий потенціал у розвитку інформаційного суспільства та управління громадською думкою.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Основними методами для аналізу соціальних мереж є методи глибокого навчання. Нами обрано методи Supervised Learning Models, Real-Time Analysis та Topic Modeling, які дозволяють отримати, обробити та проаналізувати дописи користувачів соціальних мереж. До даних методів відносяться:

1. Supervised Learning Models:

- Naïve Bayes (NB): Це ймовірнісний класифікатор, який працює добре для завдань класифікації тексту. Він передбачає незалежність між ознаками та ефективний для великих наборів даних.

- Support Vector Machines (SVM): Могутній алгоритм для бінарної та багатокласової класифікації. SVM знаходить оптимальну гіперплощину для розділення різних класів.

- Hybrid Model: Комбінує NB та SVM для підвищення точності та зменшення обчислювальної складності[1]. Цей гібридний підхід використовує переваги обох алгоритмів.

2. Real-Time Analysis:

- Постійний моніторинг потоків соціальних медіа.

- Виявлення трендів, змін настроїв та виникнення нових тем за допомогою семантичного аналізу шумних термінів. [2]

- Визначення впливових публікацій та користувачів.

3. Topic Modeling:

- Використання методу Latent Dirichlet Allocation (LDA) для виявлення прихованих тем у текстових даних з соціальних мереж. [3]

- LDA дозволяє ідентифікувати групи слів, які часто зустрічаються разом, і призначати їм теми, що допомагає в розумінні основних обговорюваних тем і тенденцій у громадській думці.

Ці методи разом створюють комплексний підхід до аналізу соціальних мереж, що дозволяє отримувати інсайти з наборів даних, виявляти теми та тренди, а також визначати впливових учасників та повідомлення у реальному часі.

III. РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Проблема в аналізі соціальних мереж полягає у складності обробки великих обсягів даних для виявлення трендів громадської думки. Традиційні методи неефективні через велику кількість та різноманітність даних. Розв'язанням цієї проблеми є розробка та застосування передових методів машинного навчання та аналізу тексту для автоматизованого виявлення ключових патернів у громадській думці. Нижче подано детальний опис етапів цього рішення:

Проблема: Аналіз великого обсягу даних із соціальних мереж для виявлення та прогнозування трендів громадської думки.

Соціальні мережі є важливим джерелом інформації, яке відображає громадську думку та настрої в суспільстві. Великий обсяг даних, що генерується користувачами соціальних мереж, ускладнює аналіз та виявлення ключових трендів та патернів. Традиційні методи аналізу тексту не завжди ефективні при роботі з такими великими обсягами даних.

Вирішення цієї проблеми вимагає розробки та застосування передових методів обробки природної мови та машинного навчання. Відповідна система повинна мати можливість автоматично аналізувати та класифікувати великі обсяги текстових даних з соціальних мереж, виявляти ключові теми та патерни, а також прогнозувати майбутні тренди в громадській думці. Такий аналіз може бути корисним для різних сфер, включаючи маркетинг, політику, дослідження громадської думки та інші.

IV. ВИСНОВКИ

Досліджуючи проблему аналізу великого обсягу даних із соціальних мереж для виявлення та прогнозування трендів громадської думки. Для вирішення цієї проблеми було

обрано і використано методи Supervised Learning Models, Real-Time Analysis та Topic Modeling.

Методи глибокого навчання, такі як Naïve Bayes і Support Vector Machines, виявилися ефективними для класифікації тексту та бінарної класифікації, допомагаючи виявляти ключові теми та патерни в текстових даних. Крім того, гібридний підхід, що поєднує ці методи, сприяє підвищенню точності та зменшенню обчислювальної складності.

Аналіз в реальному часі дозволяє моніторити тренди та зміни настроїв, виявляти впливові пости та користувачів у соціальних мережах. Тематичне моделювання, зокрема метод Latent Dirichlet Allocation (LDA), допомагає виявляти приховані теми та зв'язки між словами у текстах.

Застосування цих методів у поєднанні створює комплексний підхід до аналізу соціальних мереж, що дозволяє отримувати інсайти з великих наборів даних, виявляти теми та тренди, а також визначати впливових учасників та повідомлення у реальному часі. Результати дослідження можуть бути корисними для різних галузей, таких як маркетинг, політика та дослідження громадської думки.

ДЖЕРЕЛА

1. Name – arxiv.org. Text Classification Using Hybrid Machine Learning Algorithms on Big Data (2019) Режим доступу: [<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2103/2103.16624.pdf>].
2. Name – frontiersin.org. Topic Modeling Methods (2020) Режим доступу: [<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2020.00042/full>].
3. Name – journalofbigdata. Real-time event detection in social media (2022) Режим доступу: [<https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-022-00642-y>].



ДМИТРІЙ НЕСТЕРЕНКО - отримав повну загальну середню освіту і претендує на ступінь бакалавра інформаційних технологій інтернету речей у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2024 році. Наукові інтереси: Розробка та вдосконалення методів аналізу з використанням глибокого навчання.



ОЛЬГА КРАВЧЕНКО - к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Наукові інтереси: Проектування систем моніторингу та прогнозування з урахуванням правил штучного інтелекту на основі поведінкової економіки. Застосування IoT.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НАЗЕМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ

Олег Ніконов¹, Вячеслав Філіпов², Лариса Бутенко³

¹Професор, кафедра інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну, м.Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-8878-4318

E-mail: nikonov.oy@knutd.edu.ua

²Аспірант, кафедра інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну, м.Київ, Україна
ORCID: 0000-0001-7854-6693

E-mail: mv650434@gmail.com

³Магістерка, кафедра інформаційних та комп'ютерних технологій,
Київський національний університет технологій та дизайну, м.Київ, Україна
E-mail: lorabutenko27@gmail.com

***Анотація.** Мета роботи – провести дослідження потенціалу та впливу технологій штучного інтелекту на функціонування наземних мобільних роботизованих платформ. Застосування штучного інтелекту дозволяє підвищити автономність, ефективність та універсальність мобільних роботів. Особливістю наземних мобільних роботизованих платформ, що розглядаються, є багатоцільове призначення, наприклад, автономні багатоелементні системи для пошуку та знешкодження мін і боєприпасів, мобільні роботизовані платформи для роботи в умовах радіаційних і ядерних аварій.*

Ключові слова: інформаційні технології, штучний інтелект, роботизовані платформи, складні технічні системи.

I. ВСТУП

В сучасному високотехнологічному світі стрімко розвиваються технології штучного інтелекту (ШІ), відкриваючи багато можливостей для побудови та удосконалення складних технічних систем, в тому числі наземних мобільних роботизованих платформ. Застосування ШІ стає ключовим фактором у покращенні роботизованих платформ, що дозволяє їм ефективно взаємодіяти з навколишнім середовищем, аналізувати великі дані та приймати рішення в реальному часі [1-3].

Розглядаючи динаміку розвитку робототехніки, де трансформація відбувається на рівні завдань високого рівня складності, важливо розуміти, як ШІ може зробити процеси більш ефективними та автономними. Мета роботи – провести дослідження потенціалу та впливу технологій ШІ на функціонування наземних мобільних роботизованих платформ.

Дослідження ставить за мету визначення переваг та викликів впровадження ШІ в роботизовані платформи, а також визначення оптимальних стратегій для досягнення максимальної ефективності. Аналіз інноваційних рішень на основі ШІ сприятиме покращенню функціональних характеристик роботизованих систем і визначенню їх галузей застосування.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Дослідження технологій ШІ наземних мобільних роботизованих платформ включає різноманітні методи та технології, спрямовані на покращення автономності, навігації та взаємодію з середовищем, а також на вирішення завдань планування та прийняття рішень. Основні напрямки:

1. Машинне та глибоке навчання. Використання алгоритмів машинного навчання для аналізу великих обсягів даних та вдосконалення прийняття рішень роботів в реальному часі. Глибоке навчання дозволяє побудувати складні моделі, які можуть вирішувати завдання розпізнавання образів, класифікації та прогнозування.

2. Комп'ютерний зір. Використання камер та сенсорів для збору інформації про зовнішнє середовище та обробки інформації для навігації, розпізнавання об'єктів та уникнення перешкод.

3. Системи SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). Системи дозволяють роботам одночасно визначати своє місцезнаходження в середовищі та будувати карту зовнішнього середовища.

4. Планування маршрутів руху. Використання алгоритмів для планування оптимальних маршрутів руху роботів в середовищі з урахуванням обмежень.

5. Методи взаємодії людина-робот. Розробка інтерфейсів та алгоритмів, які дозволяють роботам ефективно взаємодіяти з людьми, включаючи розпізнавання мови, жестикуляції та інші форми комунікації.

6. Автономна навігація. Розвиток алгоритмів, що дозволяють роботам вирішувати завдання навігації без залучення зовнішнього управління.

7. Розпізнавання та управління поведінкою. Використання методів машинного навчання для аналізу поведінки роботів та вирішення задач у варіативних умовах.

8. Інтернет речей (IoT). Інтеграція сенсорів та засобів збору даних для взаємодії з іншими роботами чи системами в реальному часі.

9. Обробка природної мови (NLP). Розвиток систем для взаємодії з операторами чи іншими роботами за допомогою природної мови.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

1. Підвищення автономії: Використання технологій ШІ дозволяє мобільним роботам розширити свою автономію завдяки алгоритмам машинного навчання. Роботи адаптуються до нових умов, вирішують завдання і виконують роботу без постійного контролю оператора. В результаті чого підвищується ефективність використання роботів у різних сценаріях роботи.

2. Оптимізація робочих процесів: Автономія, забезпечена штучним інтелектом, дозволяє роботам оптимізувати робочі процеси. Роботи самостійно приймають рішення, враховуючи змінні умови, та адаптуються до нових завдань, що призводить до зменшення часу виконання завдань і підвищення ефективності робочих процесів.

3. Гнучкість у використанні: Застосування ШІ надає мобільним роботам гнучкість у виконанні різних завдань. Роботи адаптуються до змін у завданнях, середовищі чи вимогах, що дозволяє їм бути універсальними в різноманітних сценаріях використання.

4. Реалізація самонавчання: Технології штучного інтелекту дозволяють роботам навчатися на основі досвіду. Самонавчання дозволяє аналізувати власні дії, визначати оптимальні стратегії та удосконалювати свою роботу без внесення додаткових програмних змін, що забезпечує постійне покращення ефективності роботів.

5. Економія людських ресурсів: Використання ШІ у мобільних роботах дозволяє економити людські ресурси, оскільки роботи можуть виконувати завдання без необхідності

постійного контролю або присутності оператора. Це особливо важливо у ситуаціях, де роботи працюють в небезпечних або важкодоступних умовах.

6. Покращення якості роботи: Алгоритми машинного навчання дозволяють мобільним роботам реагувати на зміни в реальному часі, попереджаючи можливі помилки та підвищуючи точність виконання завдань, що призводить до покращення якості виконаної роботи.

7. Оптимізація енергоспоживання: ШІ може бути використаний для оптимізації використання енергії мобільними роботами, які автоматично адаптують свою роботу для збереження енергії, враховуючи внутрішні та зовнішні фактори.

8. Зменшення витрат на обслуговування: Автономність та самодостатність мобільних роботів, досягнута завдяки ШІ, призводить до зменшення витрат на обслуговування. Роботи можуть самостійно виявляти та виправляти проблеми, що дозволяє знизити вартість технічного обслуговування.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Високий рівень автономії та здатність до навчання, які надає ШІ, суттєво змінюють парадигму робототехніки. Мобільні роботи стають більш гнучкими та універсальними в різних умовах роботи. Зростаючий рівень автономії та навчання роботів ставить перед людством етичні виклики. Важливо визначити стандарти відповідального використання технологій ШІ. Результати дослідження вказують на великий потенціал удосконалення процесів та зменшення витрат внаслідок використання технологій ШІ. Ефективність, точність та гнучкість мобільних роботів дозволяють оптимізувати виробничі процеси. З впровадженням ШІ в робототехніку зростає значимість заходів забезпечення безпеки та конфіденційності даних. Запровадження стандартів та технічних рішень для захисту від несанкціонованого доступу та втручання стає надзвичайно важливим завданням. Особливістю наземних мобільних роботизованих платформ, що розглядаються, є багатоцільове призначення, наприклад, автономні багатоелементні системи для пошуку та знешкодженню мін і боєприпасів, мобільні роботизовані платформи для роботи в умовах радіаційних і ядерних аварій.

Висновки.

1. Технології ШІ мають величезний потенціал у розвитку наземних мобільних роботизованих платформ.

2. Застосування ШІ дозволяє підвищити автономність, ефективність та універсальність мобільних роботів.

3. Етичні питання, зокрема відповідальне використання та захист конфіденційності, потребують уваги та розвитку стандартів.

4. Технології ШІ відкривають шлях до оптимізації робочих процесів та зниження витрат у різних галузях.

5. Забезпечення безпеки та конфіденційності є ключовими аспектами в успішному впровадженні технологій ШІ в робототехніку.

ДЖЕРЕЛА

1. Bodyanskiy Y. V., Tyshchenko O. K. (2019) A Hybrid Cascade Neuro-Fuzzy Network with Pools of Extended Neo-Fuzzy Neurons and its Deep Learning. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 29(3), 477–488.
2. Tsmots I., Teslyuk V., Opotyak Y., Rabyk V. (2023) Intelligent Motion Control System for the Mobile Robotic Platform. *7th International Conference on Computational Linguistics and*

Intelligent Systems. Volume III: Intelligent Systems Workshop, April 20-21, 2023, Kharkiv, Ukraine CEUR Workshop Proceedings, 3403, 555–569.

3. Billard A., Mirrazavi S., Figueroa N. (2022) Learning For Adaptive And Reactive Robot Control: A Dynamical Systems Approach. *Massachusetts Institute of Technology, MIT Press, 424p.*



ОЛЕГ НІКОНОВ отримав ступінь спеціаліста з прикладної математики у Харківському державному політехнічному університеті (Харків, Україна) в 1996 році та доктора технічних наук у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (Харків, Україна) в 2010. Нині автор працює у Київському національному університеті технологій та дизайну на посаді професора (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – інформаційні технології, штучний інтелект, роботизовані платформи, системи керування, транспорт.



ВЯЧЕСЛАВ ФІЛПОВ отримав ступінь магістра з військового управління у Національній академії оборони України (Київ, Україна) в 2006 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Київському національному університеті технологій та дизайну (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – інформаційні технології, штучний інтелект, телекомунікаційні системи.



ЛАРИСА БУТЕНКО отримала ступінь бакалавра з галузевого машинобудування у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (Харків, Україна) в 2022 році. Нині авторка працює над здобуттям ступеня магістр з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки в Київському національному університеті технологій та дизайну (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – інформаційні технології, штучний інтелект, транспортне машинобудування, робототехніка.

ЗАСТОСУНОК СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИМ РОБОТОМ ПРИ ОГИНАННІ МИТТЄВО ВИНИКАЮЧИХ ПЕРЕПОН

Ігор Пархомей¹, Кирило Червонець²

¹Професор кафедри інженерії програмного забезпечення. Київ, Україна
ORCID: 0000-0002.-9510-7657

E-mail: ihor.parkhomei@npp.nau.edu.ua

²Студент кафедри інженерії програмного забезпечення. Київ, Україна
E-mail: 6965090@stud.nau.edu.ua

***Анотація.** Аеродинамічні роботи мають значний потенціал для подолання миттєво виникаючих перепон. Ця робота досліджує методи керування аеродинамічними роботами для ефективного огинання перешкод. Представлено етапи розробки прототипу програмного забезпечення, що використовує алгоритми прогнозування траєкторії перешкод та планування маршруту для роботи. Результати показують, що система здатна значно підвищити ефективність аеродинамічних роботів при огинанні перешкод.*

Ключові слова: алгоритми, розробка, ефективність, робот, продуктивність.

I. ВСТУП

Застосунок системи керування аеродинамічним роботом при огинанні миттєво виникаючих перепон.

Актуальність: Потреба в автономних роботах, здатних функціонувати в динамічних і складних середовищах, стимулювання розвитку нових систем керування. Одним із викликів для таких систем є огинання непередбачуваних перешкод, що виникають раптово.

Мета: Робота досліджує застосування системи керування аеродинамічним роботом для огинання миттєво виникаючих перешкод.

Методи: Розробка ефективної системи керування для огинання перешкод аеродинамічним роботом. Підвищення автономності та безпеки роботів, що оперують у динамічних середовищах.

Наукова новизна: Підхід поєднує методи динамічного моделювання, теорії керування та комп'ютерного бачення для вирішення проблеми огинання миттєво виникаючих перешкод аеродинамічним роботом.

II. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОБОТОМ

2.1 Аналіз адаптивних алгоритмів керування, які можуть автоматично адаптуватися до змінних умов роботи та навколишнього середовища.

Адаптивні алгоритми керування – це алгоритми, які можуть автоматично адаптуватися до змінних умов роботи та навколишнього середовища. Вибір оптимального алгоритму залежить від таких факторів, складність середовища, точність датчиків.

1) Нейронні мережі – мають високу адаптивність до нелінійних та мінливих умов та здатність навчатись на багатьох експериментальних даних з можливістю узагальнювати знання для нових ситуацій. Проте, складні в тренуванні та налагоджені і потребують високих обчислювальних потужностей.

- 2) Q-навчання – знаходять оптимальні стратегії керуванні в невизначених середовищах, мають можливість автономного навчання та не потребують явного моделювання динаміки. Проте, потребують значного часу для навчання і не гарантують знаходження оптимальної стратегії, мають проблеми із знаннями в нових середовищах.
- 3) Гібридне керування – можуть поєднувати різні алгоритми та адаптуються до мінливих умов. Проте, є складності в поєднанні алгоритмів і потребують більших обчислювальних потужностей.

2.2 Вибір методу керування.

Нейронні мережі є кращими для системи управління роботом. Робот буде оснащений різними датчиками, такими як Lidar, камери, радары, систему навігації, інерційні вимірювальні прилади тощо. Що забезпечує інформацією про навколишнє середовище, включаючи розташування та швидкість перепон. Нейронна мережа буде використовуватись для обробки даних з датчиків та прийняття рішень про керування. Система керування буде використовувати дані з нейронної мережі для керування роботом. Таким чином, роботу треба буде знати точку кінцевого маршруту, далі керування буде виконуватись абсолютно автономним чином.

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИМ РОБОТОМ

Визначення структури та компонентів програмного забезпечення.

Програмне забезпечення буде розроблено з використанням модульного підходу, що дозволить легко модифікувати та розширювати його функціональність.

- 1) Модуль датчиків – буде тримати в собі інформацію про всі датчики.
- 2) Нейронна мережа – навчається на наборі даних для керування робота та оминання перепон. Відповідає за обробку даних з датчиків та приймає рішення про керування.
- 3) Система керування – містить алгоритми для планування траєкторії та знаходження безпечного шляху, використовує дані з нейронної мережі.
- 4) Інтерфейс користувача – відповідає за введення кінцевою точки та відображення інформації з датчиків.
- 5) Модуль комунікації – відповідає за зв'язок з датчиками, нейронною мережею та системою керування.
- 6) Модуль планування траєкторії – розраховує безпечний маршрут з даних нейронної мережі.
- 7) Модуль обробки даних – очищає, фільтрує та нормалізує дані з датчиків.
- 8) Модуль керування роботом – відповідає за керування та переміщення робота.
- 9) Модуль візуалізації – відображає інформацію про датчики, траєкторію і оточення.
- 10) Модуль ведення журналу – зберігає дані про датчики, траєкторію та дії робота.

Розробка алгоритмів автоматичного регулювання параметрів аеродинамічного робота для досягнення оптимальної продуктивності та безпеки польоту.

Модуль обробки даних:

- Видалення шумів: медіанний фільтр, фільтр Калмана.
- Видалення помилок: порівняння з даними з інших датчиків та перевірка на правдоподібність.
- Згладжування даних: ковзаюче середнє та експоненційне згладжування .
- Зменшення шуму: фільтр Савгол-Голя та фільтр Вейвлета.
- Масштабування даних: мінімаксне масштабування.
- Перетворення даних: логарифмічне перетворення та квадратне перетворення.\

11. Нейронна мережа:

- Згорткова нейронна мережа (CNN):
Вхід: зображення та дані датчиків.
Шари: згорткові шари, пулінгові шари, повністю з'єднані шари.
- Рекурентна нейронна мережа (RNN):
Вхід: послідовність даних.
Шари: LSTM шари, GRU шари, повністю з'єднані шари.
- Навчання:
- Навчання з підкріпленням (reinforcement learning): навчання на основі досвіду, нагорода за успішне виконання завдання, штраф за помилки.
- Імітаційне навчання (imitation learning): навчання на прикладах, наслідування поведінки експерта.

12. Система керування:

- Алгоритм A* для пошуку найкоротшого шляху до мети та урахування перешкод.
- Алгоритм PID для регулювання швидкості, повороту та зупинки робота і забезпечення стійкості та точності керування

13. Модуль планування траєкторії:

- Алгоритм A* Алгоритм D* Lite для розрахунку безпечного маршруту до мети.
- Урахування даних про перешкоди використовує динамічне планування траєкторії та передбачення траєкторії перешкод.
- Урахування можливостей робота: максимальна швидкість, максимальний поворот, радіус повороту.

14. Модуль керування роботом:

- Використання алгоритмів керування для переміщення робота по траєкторії: PID та LQR.
- Контроль швидкості, повороту та зупинки робота: ШІМ-керування та регулювання двигунів.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Адаптивні алгоритми керування є ключовим аспектом для забезпечення ефективності та надійності робота. Висока адаптивність нейронних мереж до нелінійних та мінливих умов, здатність навчатися на багатьох прикладах та можливість узагальнення знань для нових ситуацій робить їх ефективними для реалізації автономного керування.

Модульний підхід дозволяє легко модифікувати та розширювати функціональність системи. Алгоритми забезпечують безпечне та ефективне переміщення робота в середовищі. Загальна структура програмного забезпечення дозволяє ефективно взаємодіяти між різними модулями, забезпечуючи високу гнучкість та надійність системи управління.

ДЖЕРЕЛА

1. Pieter Abbeel,. (2018) A Survey of Reinforcement Learning for Robotics.
3. IEEE Robotics & Automation Magazine: "A Tutorial on Reinforcement Learning for Robotics".

ІГОР ПАРХОМЕЙ отримав ступінь магістра управління у Національній академії оборони України (Київ, Україна) в 2004 році. Доктор технічних наук з радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій (Державний університет телекомунікацій). Серед наукових інтересів — системи управління та радіоавтоматика.

КИРИЛО ЧЕРВОНЕЦЬ навчається на кафедрі інженерії програмного забезпечення в Національному авіаційному університеті на інженера програмного забезпечення 2020-2024. Серед наукових інтересів — системи управління та радіоавтоматика.

АЛГОРИТМ РУХУ РОБОТІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Данило Погорілий¹, Микола Кіктєв¹

¹Студент, факультет інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: darogor@knu.ua

²Доцент, кафедра інтелектуальних технологій, назва організації, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-7682-280X

E-mail: nkiktev@gmail.com

***Анотація.** Дослідження направлено на побудову алгоритму руху робота у сільськогосподарському приміщенні та підвищення його ефективності. Досліджені літературні джерела, які описують існуючі алгоритми пошуку оптимального шляху. Наведено поняття жадібного алгоритму та порівняно два алгоритми: Дейкстри та A*. Поставлена технічна задача, здійснено проектування алгоритму руху робота, обґрунтовано вибір структури та типи даних. Розроблений алгоритм головної програми та реалізований метод пошуку оптимального шляху для робота. Розроблений програмний застосунок, що імітує пошук оптимального шляху для робота. Проведено тестування розробленої програми, доведено її працездатність та проаналізовано результати роботи.*

Ключові слова: робототехнічна система, сільськогосподарське приміщення, пошук шляху, алгоритм, програмний застосунок.

I. ВСТУП

Роботизація сільськогосподарського виробництва є актуальним інженерним напрямком упродовж останніх років. Роботи в цій галузі застосовуються для виконання таких технологічних операцій: миття фрамуг в теплицях; збирання врожаю овочів, фруктів та ягід; посадка насіння; зрізання бур'янів та трави між виноградними лозами; переміщення горщиків із рослинами в розпліднику; поливання рослин; визначення N₂O на полі та ін. У промислових умовах практикують використання кількох роботів для виконання обробки однієї ділянки, а також спільне використання роботів та інших автоматичних механізмів - мультиагентних робототехнічних систем [1]. Розробка такої системи для збирання врожаю ягід, фруктів та овочів спрямована на підвищення якості виконання даного технологічного процесу та скорочення недобору врожаю, скороченню обслуговуючого персоналу.

Задача даного дослідження - створити програмний застосунок, який імплементує алгоритм руху робота у сільськогосподарському приміщенні. На початковому етапі робот вже знаходиться у приміщенні. Він мусить спершу проаналізувати простір та знайти площу яка є незайнятою. Приміщення та зайнята площа може бути довільною. Користувач має можливість ввести точку, у яку мусить переміститися робот при цьому пройшовши найоптимальніший шлях. Також користувач, може зупинити робота або обрати іншу дію, яку зможе виконати робот. Робот завершує свою роботу, коли прийде до кінцевої точки.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Оскільки нам важливо, щоб робот обирав найкоротший шлях, то ми пропонуємо розділити алгоритм роботи на дві фази, а саме: фаза навчання та фаза пошуку (рис. 1).

Під час **фази навчання**, ми генеруємо n кількість графів на двовимірній площині, та зберігаємо лише ті які не межують з перешкодами або знаходяться в них. Наступним кроком буде з'єднання вузлів, використовуючи метод k -найближчих сусідів (k Nearest Neighbor – k NN). Процес методу полягає в знаходженні k об'єктів, які є ближчими до певної точки, та відношення цієї точки до тих об'єктів які є найближчими. При **фазі пошуку** ми будемо використовувати алгоритм A^* (рис. 2), щоб з'єднати будь-яку задану початкову позицію робота та цільову точку. Для цього нам необхідно знайти значення $f(x)$, яке обчислюється за формулою:

$$f(x) = g(x) + h(x) \quad (1)$$

де $g(x)$ – це вартість шляху від початкової вершини до x , $h(x)$ – це евристична функція, яка оцінює вартість шляху від вершини x до кінцевої. Отже $f(x)$ дорівнює найкоротшому шляху від початкової до кінцевої точки, який пролягає через задану вершину [2].

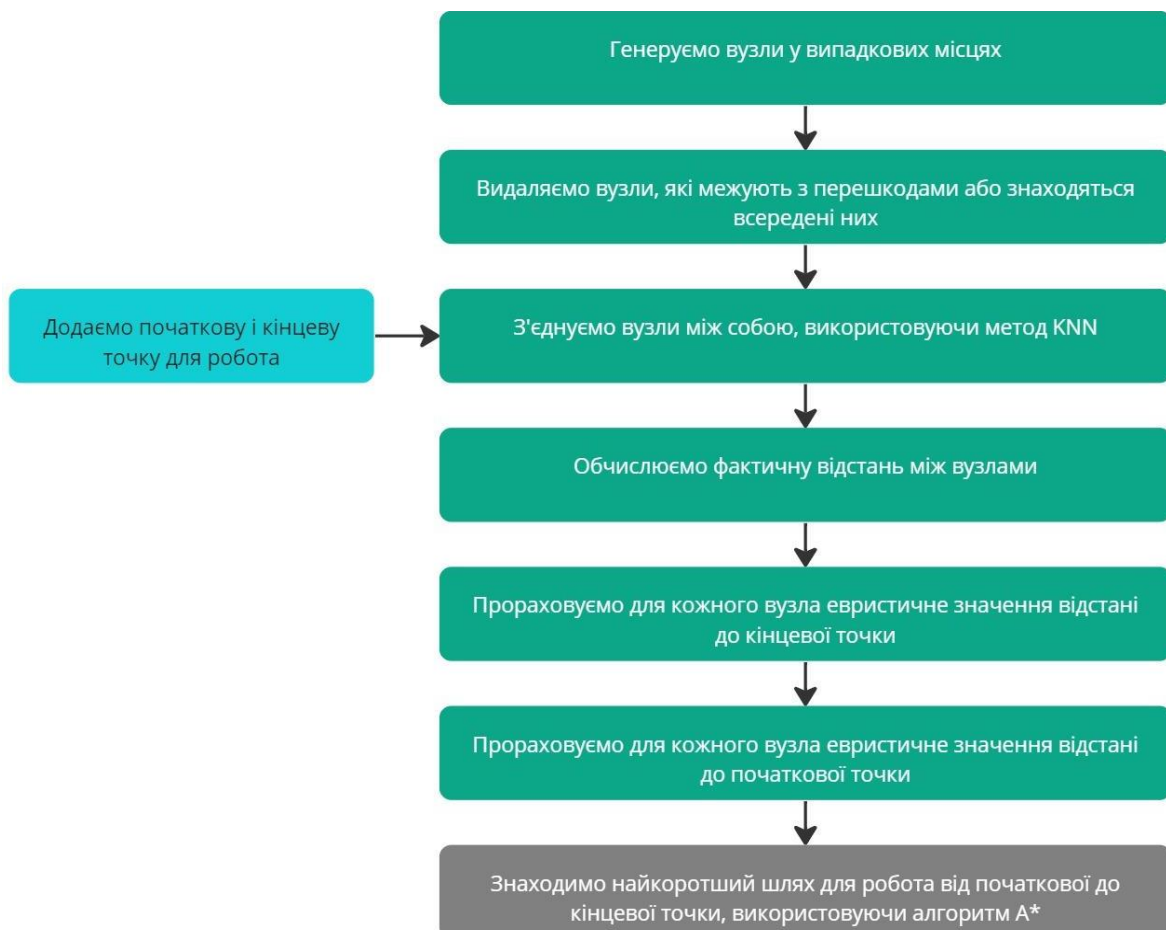


Рисунок 1. Блок-схема алгоритму пошуку найкоротшого шляху для робота у сільськогосподарському приміщенні

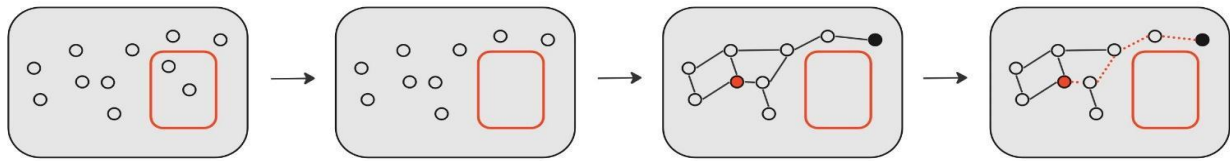
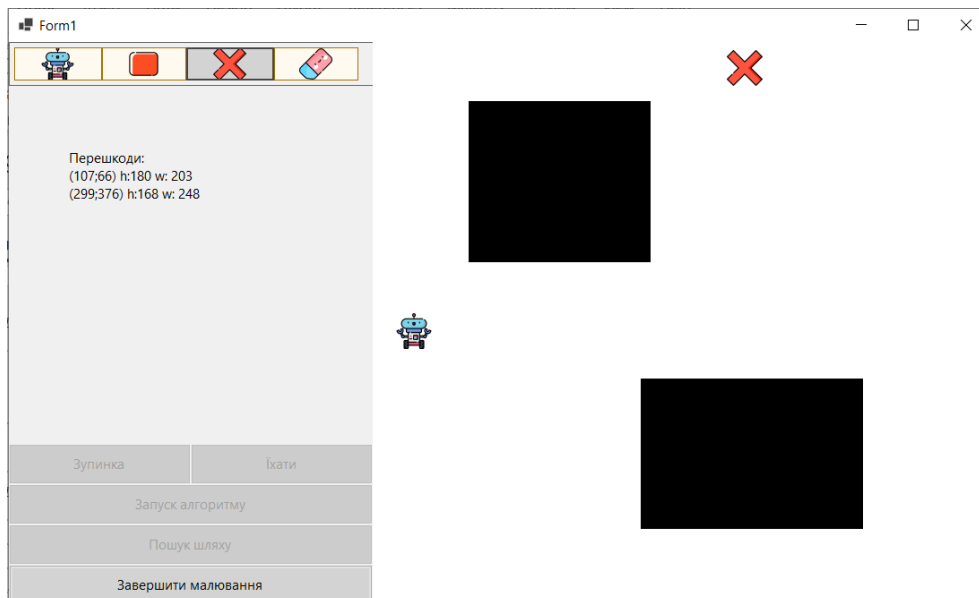


Рисунок 2. Графічне представлення виконання алгоритму

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

При запуску програми [3], користувачу відобразиться вікно, в якому користувачу необхідно намалювати мапу, а саме: початкове положення робота, кінцева точка та перешкоди. Для цього потрібно натиснути кнопку «Малювати». Після натискання відображається вікно (рис. 3). Відображається, де саме знаходяться перешкоди. Якщо користувач вже намалював мапу і хоче перейти до фази навчання, йому потрібно натиснути кнопку «Завершити малювання». Оскільки робот ще не знайшов оптимальний шлях, то користувачу доцільніше натискати кнопку «Пошук шляху». Повинно після цього згенеруватись 100 точок та з'єднатись між собою за методом k-найближчих сусідів.







Де:  - початкове місцезнаходження робота;  - перешкода;  - кінцева точка робота;  - видалення усієї мапи;

Рисунок 3. Приклад мапи

При наведенні на певний вузол з'явиться віконечко яке буде відображати основну інформацію про нього. Далі натискаємо кнопку «Запуск алгоритму» для знаходження оптимального шляху. Щоб почати рух робота потрібно натиснути кнопку «Іхати» і кнопку «Зупинка» для припинення руху. Під час переміщення робота користувач може його зупинити та продовжувати рух. На рисунку видно, що робот вже знайшов оптимальний шлях. Натиснемо кнопку для запуску робота. В кінцевому результаті, робот дійшов до кінцевої точки і завершив роботу алгоритму. Для перевірки працездатності, протестуємо наш робот для різних видів мап. Для цього ми змодельуємо різні приміщення які можуть використовуватися для сільськогосподарського приміщення. Робот знаходиться в теплиці, необхідно подолати шлях з однієї грядки на іншу. Нехай позначимо грядки в теплиці як перешкоди. При використанні алгоритму пошуку шляху у ширину ми перевіряли 77 вузлів що більше нашого алгоритму у 7,7 разів (табл. 1)..

Таблиця 1. Порівняння часової складності

	Алгоритм пошуку у ширину ($O(V + E)$)	Алгоритм A* $O((V + E)\log(V))$
Кількість пройдених вузлів, V	77	10
Кількість ребер, E	423	9
Часова складність	500	19

Бачимо, що робот дібрався до кінцевої точки лише пройшовши 10 вузлів. Перевіримо ефективність даного алгоритму відносно алгоритму пошуку шляху у ширину (рис. 4).

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У результаті досліджень був розроблений алгоритм руху для робота у сільськогосподарському приміщенні, реалізовано алгоритм алгоритм A*. Виконано постановку задачі та описано більш детально логіку алгоритму. Дослідження розділяє пошук оптимального шляху на дві фази. Перша фаза – це фаза навчання, тобто робот мусить оцінити простір, згенерувавши 100 точок у випадкових місцях кімнати, та отримати в результаті граф, використовуючи метод k-найближчих сусідів. Друга фаза – пошук шляху. На основі вже існуючого графу знайти оптимальний шлях використовуючи алгоритм A*. Також, було наведено обґрунтоване пояснення доцільності використання підходу на основі класів.

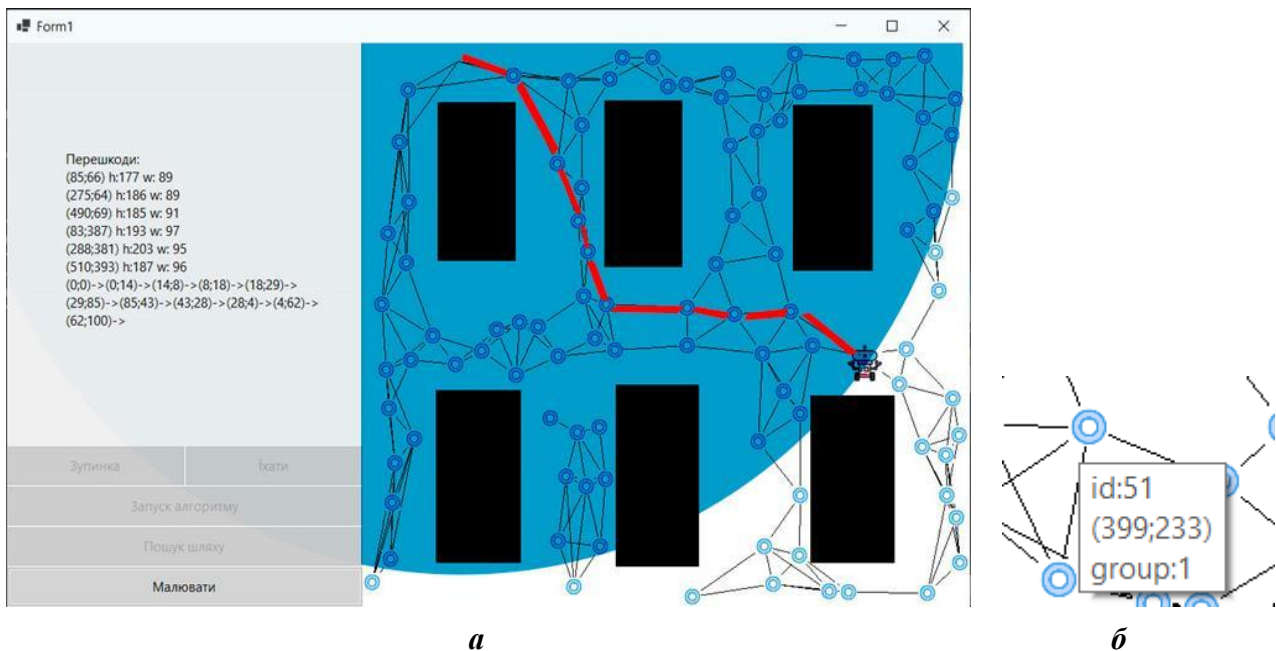


Рисунок 4. Результат після натискання кнопки «Пошук шляху» (а); віконечко при наведенні на вузол (б)

Даний алгоритм буде корисним для фермерів та господарів з великим приміщенням, наприклад: теплиця або склад. Оскільки для пошуку шляху роботу необхідно оцінити розмір приміщення, то даний алгоритм не є пристосованим для польових робіт або використанням поза приміщенням. Основними перевагами є: знаходження оптимального шляху у приміщенні будь якого розміру та будь-якою кількістю перешкод, відстеження переміщення робота у просторі а також повний контроль над його діями. Серед недоліків, можна навести те, що даний алгоритм не завжди шукає найоптимальніший шлях, але дуже близький до

оптимального. В майбутньому даний алгоритм можна покращити додаванням можливості регулювання кількості точок та розмір мапи. Також, наданням можливості переглядати звіт по пересування робота та зберіганням поточної мапи з можливістю покращення попередніх значень.

ДЖЕРЕЛА

1. N. Kiktev, A. Didyk and M. Antonevych, "Simulation of Multi-Agent Architectures for Fruit and Berry Picking Robot in Active-HDL," *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 635-640, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467936.
2. Introduction to Algorithms / Thomas Korner [et al.]. – 3rd ed. – London: MIT Press, 2009. – 1312 p.
3. Pohorilyi, D. Algorithm for the Movement of Robots in Agricultural Premises [Software]. Available online: https://github.com/DanyloPohorilyi/Course_Work_Robot (accessed on March 1 2024).

ДАНИЛО ПОГОРІЛИЙ працює над здобуттям ступеня бакалавра з комп'ютерних наук в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування та аналіз часових рядів.



МИКОЛА КІКТЄВ отримав ступінь кандидата технічних наук з автоматизації процесів керування у Національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2011 році. Серед наукових інтересів — системи дистанційного моніторингу та управління, робототехнічні комплекси у сільському господарстві.

ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Сергій Толюпа¹, Андрій Кулько²

¹доктор технічних наук, професор, кафедра кібербезпеки та захисту інформації КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1919-9174

E-mail: tolupa@i.ua

²аспірант кафедри кібербезпеки та захисту інформації КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0006-1185-0774

E-mail: kulko452@gmail.com

***Анотація.** Об'єкти критичної інфраструктури (ОКІ) є складними, просторово розподіленими, багатокомпонентними системами, стійка робота яких критично важлива для функціонування економіки та життєдіяльності суспільства. Вони мають багаторівневу структуру, яка включає: рівень технічних компонентів; соціальний рівень; організаційний рівень та рівень державного управління. Щоб забезпечити безпеку таких систем, необхідно вийти за рамки традиційного підходу до оцінки проектних ризиків та перейти до нової парадигми, що ґрунтується на забезпеченні безпеки критичної інфраструктури за критерієм стійкості до запланованих впливів. Заходи щодо забезпечення безпеки повинні бути спрямовані не тільки на створення захисних бар'єрів, покликаних попередити реалізацію проектних аварій, що постулюються, але і на підвищення стійкості та живучості критичної інфраструктури у разі запланованих впливів, тобто зосередитися на запобіганні великомасштабних катастроф і тривалих перерв у функціонуванні, а побудова багатокритеріальної моделі для оцінки рівня захищеності об'єктів критичної інфраструктури дасть більш повну картину стану об'єкта критичної інфраструктури.*

Ключові слова: кібербезпека, об'єкти критичної інфраструктури, інформаційні системи, стійкість, кіберпотужність

I. ВСТУП.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій за останні два десятиліття вплинув на функціонування особливостей об'єктів критичної інфраструктури. Ці технології почали використовувати не лише як засіб обміну та обробки інформації, а й як інструмент для заподіяння шкоди. Захист державних інтересів у політичному контексті є першоосновою забезпечення національної безпеки країни, що пояснює необхідність створення та постійний розвиток потужної кібернетичної безпеки.

Об'єкти критичної інфраструктури (ОКІ) є складними, просторово розподіленими, багатокомпонентними системами, стійка робота яких критично важлива для функціонування економіки та життєдіяльності суспільства. Складність критичних інфраструктур (КІ) обумовлюється: складністю їх структури (складними взаємозалежностями та нелінійними зв'язками між компонентами та рівнями системи, а також між різними компонентами КІ); складним характером явищ та процесів, що мають місце в ході експлуатації ОКІ [1-2].

II. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

На сьогодні вирішення питань забезпечення безпеки в ІС та управління станом їх захищеності описується в роботах вітчизняних та закордонних дослідників, а саме: Бурячка В.Л., Бучика С.С., Гнатюка С.О., Дудикевича В.Б., Євсєєва С.П., Казмирчук С.В., Корченко О.Г., Кузнецова О.О., Оксіук О.Г., Субача І.Ю., Хорошко В.О., Т. Ptaseka, G. Elmasry, P. Albers, O. Camp та інших.

Слід зазначити, що одним із актуальних напрямів, який активно розвивається у сфері інформаційної безпеки є виявлення кібератак і запобігання вторгнень в ІС з боку неавторизованої сторони (НАС). Також слід наголосити, що атаки на ІС з кожним роком стають все досконалішими, глобальнішими та частішими.

Таким чином процес розвитку та впровадження новітніх інформаційних технологій забезпечують безпрецедентні умови для накопичення і використання інформації, а також створюють фундаментальну залежність від їх нормального функціонування всіх сфер життєдіяльності суспільства та держави: економіки, політики, сфери національної та міжнародної безпеки тощо. Така залежність стає вразливим місцем у функціонуванні систем і об'єктів критичних національних інфраструктур і дає можливість негативно налаштованим елементам і угрупованням скористатися нею для реалізації протиправних дій у кібернетичному просторі шляхом порушення цілісності, доступності й конфіденційності інформації та нанесення шкоди інформаційним ресурсам і інформаційним системам. При цьому особливу занепокоєність викликає можливість застосування інформаційних технологій у кібернетичному просторі в інтересах здійснення військово-політичного та силового протиборства, тероризму та проведення хакерських атак.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Наявність тісних взаємозв'язків між компонентами КІ є їх принципово важливою особливістю, яка надає визначальний вплив на характер їх функціонування у штатних та позаштатних ситуаціях. З одного боку, пов'язаність елементів КІ підвищує їхню ефективність, дозволяючи раціонально використовувати та перерозподіляти наявні ресурси та потужності, а з іншого - робить їх схильними до великомасштабних катастроф, величезний розмір збитків від яких не дозволяє нехтувати ними, незважаючи на низьку ймовірність реалізації ризиків.

Через складну структуру ОКІ та складний характер взаємодій між значною кількістю елементів можливості проведення сценарного аналізу за допомогою традиційного інструментарію (дерев подій, дерев відмов, байєсових мереж, нейронних мереж) виявляються обмеженими. Для опису розвитку збурень у критичних інфраструктурах застосовуються мережеві моделі, які активно використовують математичний апарат теорії графів. Мережі є надзвичайно гнучкою абстракцією, яка може широко застосовуватися при вивченні інфраструктурних систем. При цьому може бути побудована ієрархія математичних моделей різної складності, що дозволяють описати різні аспекти ризиків інфраструктурних систем по відношенню до можливих ініціюючих впливів. За допомогою зазначених моделей вдається описати багато властивостей та особливостей мережевих систем: хаос, самоорганізація, статечні розподіли, критичність [3].

Складність критичних інфраструктур значно ускладнює створення ефективних систем захисту, оскільки стає практично неможливо провести детальний сценарний аналіз системи, виявити всі значущі небезпечні сценарії та визначити набір заходів та бар'єрів захисту, спрямованих на парировання всіх можливих загроз.

Структурна складність ОКІ, їхня виключно важлива роль у життєдіяльності людей та функціонуванні економіки, а також тяжкість наслідків, що неминуче виникають у разі аварій на КІ, повинні визначити особливий порядок та спеціальні вимоги у сфері забезпечення їх безпеки. Сучасні тенденції у сфері забезпечення безпеки критичних інфраструктур передбачають формування нової парадигми, яка має доповнити традиційні зусилля щодо забезпечення безпеки КІ системою заходів, спрямованих на підвищення їхньої стійкості до можливих екстремальних впливів [4].

Стійкість до екстремальних впливів є ключовим поняттям у випадках заprojektних впливів та заprojektних сценаріїв аварій у складних технічних системах, до яких належать КІ. Сучасні інфраструктурні системи (системи водо-, електро- і газопостачання, транспортні, телекомунікаційні мережі) стають дедалі складнішими, взаємозалежними, динамічно змінюваними, дедалі більше виявляють нелінійні властивості. У зв'язку з цим стає неможливо заздалегідь, при проектуванні, спрогнозувати багато несприятливих подій або їх поєднання, а також сценарії відмов, які вони ініціюють, і, отже, заздалегідь передбачити повний комплекс захисних заходів, що дозволяє побудувати системи захисту від вичерпного переліку заprojektних впливів/сценаріїв. При цьому на перший план виходить завдання підвищення стійкості інфраструктурних систем до проектних впливів. Традиційні заходи щодо зниження ризику та забезпечення безпеки, що передбачають створення систем захисту від проектних впливів та аварій, повинні доповнюватися заходами щодо забезпечення стійкості до заprojektних впливів та аварій [5].

Під стійкістю апаратно-технічних засобів до екстремальних впливів розуміється здатність системи, що зазнала заprojektного впливу, підтримувати певний рівень експлуатаційних характеристик і повертатися на нормальний рівень функціонування (тобто відновлюватися) протягом певного інтервалу часу. Система, стійка до екстремальних впливів, повинна відповідати таким вимогам: живучість, тобто здатність функціонувати та певною мірою виконувати запропоновані функції за наявності локальних ушкоджень, що виникають внаслідок екстремальних впливів; надмірність, тобто наявність резервних зв'язків, альтернативних шляхів передачі навантаження та дублюючих елементів, які можуть бути задіяні у надзвичайній ситуації; ресурсозабезпеченість, тобто наявність у системі ресурсів, які можуть бути задіяні у разі екстремальної дії; здатність до швидкого відновлення, яка визначається інтервалом часу, протягом якого пошкодження можуть бути ліквідовані, тобто система буде відновлена і вийде на номінальний рівень.

Інфраструктура вважається стійкою, якщо їй властиві низька ймовірність відмови, незначна шкода, що реалізується у разі відмови (кількість постраждалих, економічна та екологічна шкода) та малий час відновлення системи (повернення системи у нормальний стан з виходом у штатний режим експлуатації та на штатну потужність/продуктивність).

Існуючі в даний час методики безпеки технічних систем розроблені для систем, що мають чіткі межі і добре визначені переліки загроз. Для цих систем можуть бути створені бази даних зі статистики аварій, які дозволяють кількісно оцінювати та верифікувати моделі. Ці методики, що базуються на побудові сценарних "дерев" (моделі типу "дерево" подій, "дерево" відмов), були розроблені без урахування заprojektних впливів і не дозволяють належним чином врахувати складність критичних інфраструктур, функціонування яких визначається взаємодією технічних, організаційних та соціальних факторів.

У зазначених методиках аварії, що розвиваються у технічних системах, розглядаються як лінійні послідовності подій. Ці моделі мають обмежені можливості, коли доводиться описувати розвиток аварій у складних техносоціальних системах, як критичні інфраструктури, які передбачають нелінійні взаємодії між компонентами, петлі зворотних зв'язків, множинні джерела аварій тощо. Традиційний підхід до моделювання аварій не дозволяє описувати сценарії відмов у складних системах, які, як правило, відбуваються не

внаслідок окремої події, що ініціює (технічної відмови елемента системи або помилки оператора), а є наслідком декількох взаємопов'язаних факторів, що діють на різних рівнях системи. До цих факторів належать технічні відмови, людські помилки, зовнішні екстремальні впливи, латентні умови, пов'язані з такими аспектами, як практика управління системою, що діє, або етнокультурні особливості персоналу, зовнішні ініціюючі події.

Дослідження критичних інфраструктур як соціотехнічних систем потребує оцінки складних взаємодій між технічними, соціальними та організаційними рівнями системи. Тому КІ слід розглядати як єдине ціле. При цьому необхідно наголошувати на одночасному спільному розгляді технічних, організаційних та соціальних факторів, що визначають стан системи та динаміку її розвитку. Щоб забезпечити безпеку таких систем, необхідно вийти за рамки традиційного підходу до оцінки проектних ризиків та перейти до нової парадигми, що ґрунтується на забезпеченні безпеки КІ за критерієм стійкості до запроєктних впливів. У зв'язку з необхідністю включити до розгляду запроєктні аварії на КІ, рамки досліджень мають бути суттєво розширені. Заходи щодо забезпечення безпеки повинні бути спрямовані не тільки на створення захисних бар'єрів, покликаних попередити реалізацію проектних аварій, що постулюються, але і на підвищення стійкості та живучості КІ у разі запроєктних впливів, тобто зосередитися на запобіганні великомасштабних катастроф і тривалих перерв у функціонуванні.

IV. ВИСНОВКИ

Нова парадигма забезпечення безпеки КІ та інших складних систем має концентрувати увагу не тільки на створенні захисних бар'єрів та реалізації охоронних заходів, спрямованих на парирування проектних аварій, а й на підвищенні стійкості КІ щодо запроєктних аварій. Причому новий підхід до забезпечення безпеки КІ, що розробляється, повинен розглядатися не як заміна, а скоріше як доповнення традиційного підходу. Таким чином, запропонована стратегія дасть можливість отримати кількісну оцінку рівня захисту КІ від ризику зовнішнього кібернетичного впливу, встановити організаційні вимоги до власних систем кібернетичної безпеки та розробити заходи, спрямовані на підвищення їх ефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бірюков, Д. С. Захист критичної інфраструктури: проблеми та перспективи впровадження в Україні / Д. С. Бірюков, С. І. Кондратов. – К.: НІСД, 2012.- 96 с.
2. Довгань, О. Д. Критична інфраструктура як об'єкт захисту від кібернетичних атак / О. Д. Довгань // Інформаційна безпека: виклики та загрози сучасності: матеріали науково-практичної конференції., 5 квітня 2013 р. – К.: С. 17. -20.
3. Гнатюк, С. О. Критерії визначення елементів критичної інфраструктури держави / С. О. Гнатюк, В. М. Лядовська // «Інноваційний потенціал світової науки – ХХІ століття» : матеріали ХХІІІ Всеукр. -пр. конф., 10-15 грудня 2013 р. - Запоріжжя: Вид-во ПГА, 2013.- С. 55-57.
4. Толюпа С.В. Системи виявлення вторгнень та функціональна стійкість розподілених інформаційних систем до кібернетичних загроз / Лукова-Чуйко Н.В., С.В. Толюпа, В.С. Наконечний, Браїловський М.М.: монографія - К.: Форум, 2021. – 407 с.
5. Slipachuk, L., Toliupa, S., Nakonechnyi, V. The Process of the Critical Infrastructure Cyber Security Management using the Integrated System of the National Cyber Security Sector Management in Ukraine. Conference Paper. 2019 3rd International Conference on Advanced

Information and Communications Technologies, AICT 2019 - Proceedings, 2019, pp. 451–454, 8847877.



СЕРГІЙ ТОЛЮПА, доктор технічних наук, професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

АНДРІЙ КУЛЬКО, аспірант кафедри кібербезпеки та захисту інформації КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ СЕЙСМОАКУСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Анатолій Шевченко¹, Сергій Толюпа²

1 Начальник Військового інституту КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-2723-0378

E-mail: shevchenko@gmail.com

2 доктор технічних наук, професор, кафедра кібербезпеки та захисту інформації КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1919-9174

E-mail: tolupa@i.ua

***Анотація.** Повномасштабна війна призвела до значних руйнувань як цивільної інфраструктури так і критичної. Аналіз сучасних технологій моніторингу безпеки об'єктів критичної інфраструктури на основі сейсмоакустичного аналізу дозволяє зробити висновок про стан та зміну експлуатаційних характеристик об'єктів критичної інфраструктури. Поряд з традиційно глибоким аналізом сейсмоакустичних полів об'єктів КІ і пов'язаних з цими полями процесів, з удосконаленням математичних моделей цих процесів, удосконаленням вимірювальної апаратури необхідно все це здійснювати в реальному часі або близьким до реального часу, що дає можливість системі моніторингу здійснити оцінку та спрогнозувати стан ОКІ щодо можливості його подальшої експлуатації.*

Ключові слова: моніторинг, ударна хвиля, сейсмоакустичний аналіз, критична інфраструктура.

I. ВСТУП.

З початком широкомасштабного вторгнення російської федерації в Україну значно зросла інтенсивність вогневого враження об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ). Наслідком якого є вплив ударної (сейсмоакустичної) хвилі на ОКІ, що призводить до наступних наслідків, а саме: повного руйнування ОКІ; часткового руйнування ОКІ; без руйнування ОКІ. За словами заступника міністра внутрішніх справ станом на кінець листопада 2023 року, російські військові знищили чи пошкодили понад 700 життєвоважливих споруд: мости, нафтобази, трансформаторні підстанції та електростанції, тощо [1]. За попередніми оцінками, в цілому, внаслідок бойових дій, руйнувань зазнали 25 тис. км доріг та 315 мостів і мостових переходів державного, місцевого або комунального значення [2]. При цьому, постає питання прийняття рішення щодо подальшої доцільності відновлення цих ОКІ або експлуатації. Одним із шляхів прийняття цього рішення передбачає розвиток та удосконалення систем моніторингу ОКІ. Таким чином виникає гостра необхідність створювати та вдосконалювати такий стан моніторингу, при якому державна система управління буде здатна контролювати стан об'єкту на основі аналізу основних експлуатаційних характеристик ОКІ [3].

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Оцінювання характеристик стану ОКІ у процесі їх експлуатації може призвести до небажаних, а часом і катастрофічних наслідків. Причиною руйнувань таких об'єктів та їх

складових найчастіше є структурні зміни композиційних матеріалів під дією виникаючих у процесі як експлуатаційних навантажень, так і природного старіння та дії ударної хвилі. Для запобігання небажаних і катастрофічних наслідків при їх експлуатації та продовження терміну їх використання, необхідно запроваджувати дієвий моніторинг ОКІ на основі сейсмоакустичного аналізу. Для вирішення цієї задачі необхідно створити методологію побудови такого моніторингу ОКІ.

Моніторинг ОКІ передбачає здійснення заходів, спрямованих на отримання, узагальнення, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про фактичний стан ОКІ, дотримання вимог законодавства у сфері критичної інфраструктури, здійснення контролю за ризиками безпеки та удосконалення заходів, які здійснюються для забезпечення безпеки та стійкості об'єкта критичної інфраструктури, а також на визначення перспектив подальшого функціонування і розвитку національної системи захисту критичної інфраструктури [4]. Комплектація систем моніторингу ОКІ залежить від особливостей об'єкта та завдань, які покладені на функціональність об'єкта. Завдання будь якої системи моніторингу полягає у тому, що у разі зміни параметрів функціонування відмінних від еталону, система повинна автоматично подавати сигнал оповіщення, з одночасним відображенням місця критичності та які параметри змінилися й до яких наслідків це може призвести.

Структурний аналіз та ідентифікація динамічних параметрів структур, спектральні характеристики яких лежать у галузі сейсмічного та нижньої частини акустичного діапазонів – надзвичайно важливі теми в їх моніторингу з метою передбачення суттєвих змін у динамічних характеристиках. Метод динамічної ідентифікації забезпечує можливість досліджувати динамічну поведінку даної структури за допомогою неруйнівних випробувань, і, отже, дозволяє оцінити стан структури та можливу потребу у більш детальному моніторингу.

У більшості своєї, для моніторингу об'єкта використовують декілька різномісних систем, можливості яких доповнюють одна одну. При комплектації системи моніторингу конкретного ОКІ необхідно враховувати категорію об'єкта, що підлягає моніторингу за допомогою технічних засобів, особливості периметра (межі об'єкта), території об'єкта, прилеглої території та рельєфу місцевості, а також спрогнозувати, як може вплинути на об'єкт різна потужність ударної хвилі. Необхідне також враховувати географічні і кліматичні умови. Система відеоспостереження, у тому числі у інфрачервоному (ІЧ) діапазоні, дозволяє виключити помилкову тривогу і побачити справжню її причину. Наприклад, сейсмоакустичні комплекси реєструють порушення, а оптичні засоби спостереження допомагають уточнити його характер.

Аналіз сучасних технологій моніторингу безпеки ОКІ на основі сейсмоакустичного аналізу дозволяє зробити висновок про стан та зміну експлуатаційних характеристик ОКІ. Поряд з традиційно глибоким аналізом сейсмоакустичних полів ОКІ і пов'язаних з цими полями процесів, з удосконаленням математичних моделей цих процесів, удосконаленням виміральної апаратури, необхідно все це здійснювати в реальному часі або близьким до реального часу, що дає можливість системі моніторингу на основі аналізу знятих параметрів спрогнозувати поточний стан ОКІ щодо можливості його подальшої експлуатації. Під моніторингом ОКІ на основі сейсмоакустичного аналізу слід розуміти режимні спостереження за сейсмоакустичними полями та їх аналіз для вивчення динаміки цих об'єктів та прогнозу динаміки їх поведінки. Режимні спостереження – це спостереження, які ведуться в певному режимі, який вибирається відповідно до цілей та умов спостережень. Слід зазначити, що режимні спостереження (дослідження об'єктів в визначеному режимі) об'єктів критичної інфраструктури не новина, а суть її існування. При цьому, моніторинг таких об'єктів стає можливий лише при аналізі даних в реальному чи близькому до нього часу. Великі масиви інформації, що обробляються, вимагають автоматизованого її аналізу та

оцінок параметрів (параметри, які несуть інформацію про властивості об'єкта, які досліджуються) для висування гіпотез та прийняття рішень. Останнє має здійснюватися в автоматичному або інтерактивному режимам. Інтерактивний режим - це режим взаємодії користувача з обчислювальною системою, при якому система здійснює приймання, оброблення і видачу повідомлень в реальному масштабі часу. Перелічені обставини вимагають створення математичних моделей та методів формування сейсмоакустичних полів, які генерують стан об'єкта дослідження, для роботи в системах моніторингу ОКІ на основі сейсмоакустичного моніторингу (сейсмоакустичний моніторинг являє собою режимні спостереження з метою виявлення та ідентифікації сигналів на тлі сейсмічного шуму в сейсмоакустичному діапазоні частот). Вид таких моделей, чи кількість параметрів, що їх описують, визначається можливостями системи обробки та цілями експрес аналізу в автоматизованому режимі. Це вимагає створення нових методик математичного моделювання таких задач.

Обробка та аналіз сейсмоакустичної інформації вимагає створення інтерактивних систем моніторингу об'єктів критичної інфраструктури на основі сейсмоакустичного аналізу, що спираються на нові методики, які потребують нових математичних моделей процесів формування даних спостереження, моделі оцінки стану досліджуваних полів, моделі ідентифікації сигналів, оцінки їх параметрів та алгоритми реалізації цих моделей в автоматизованій системі.

Сейсмоакустичні системи моніторингу ОКІ, займають окреме місце в сфері безпеки об'єктів. Особливістю ОКІ являється те, що територія, на якій здійснюється моніторинг, як правило, має велику протяжність, а вартість сейсмоакустичних датчиків достатньо велика. Відповідно сейсмоакустичні системи моніторингу повинні перекривати великі ділянки (від 30 до 500 метрів), що формує високі вимоги до чутливості датчиків та алгоритмів апроксимації сигналів і інтерполяції даних між окремими датчиками.

Оскільки технічні засоби моніторингу повинні працювати цілодобово і щодобово у різних погодних умовах, це вимагає високого рівня захищеності як датчиків, так і каналів зв'язку. Наявність поблизу об'єкта моніторингу автомобільних трас з конкретним трафіком руху, залізничного полотна з конкретним розкладом руху потягів, аеродрому (аеропорту) є джерелом сильних перешкод і може серйозно впливати на коректну роботу сейсмоакустичних датчиків високої чутливості. Крім того, особливості рельєфу, топографія об'єкту, види навколишньої рослинності, наявність поблизу периметра ліній електропередач, трубопроводів, кабельних ліній, шляхів міграції тварин формують окремі вимоги до параметрів систем моніторингу [5].

Коливними рухами або вібраціями супроводжується робота багатьох машин і механізмів, пересування людей і тварин, природні процеси та інше. В разі коли джерела цих рухів (коливань) знаходяться на землі, під її поверхнею або пов'язані з землею механічними зв'язками, то коливання, що виникають, розповсюджуються в земній корі. Параметри таких коливань, наприклад частоту чи амплітуду, можна виміряти на досліді. Ці параметри несуть в собі інформацію про характеристики джерела коливань, а також про ті шари конструкцій об'єкта, які лежать на шляху розповсюдження цих коливань. Зі сказаного випливає, що реєстратори таких коливань можна використовувати для створення систем моніторингу ОКІ. Такі системи дістали назву сейсмоакустичних. Принцип дії сейсмакустичних систем моніторингу заснований на реєстрації коливань ґрунту, що викликаються ударною хвилею боезарядів різної потужності, за допомогою високочутливих сейсмічних датчиків. Замасковані сейсмічні датчики перетворюють коливання ґрунту в електричні сигнали, які після оцифровки надходять в електронний блок і обробляються за спеціальним алгоритмом, відповідно до якого приймається рішення про формування сигналу тривоги і здійснюється висновок про експлуатаційні параметри об'єкта.

Питання моніторингу ОКІ є важливим і актуальним для контролю експлуатаційних параметрів об'єкта (до експлуатаційних параметрів відносяться динамічні параметри, які характеризують експлуатаційну та функціональну стійкість об'єкта). Актуальність ролі моніторингу об'єктів підвищується в період ведення державою бойових дій та активізації обстрілів територій.

Моніторинг безпеки об'єктів критичної інфраструктури на основі сейсмоакустичного аналізу відрізняється від інших тим, що має справу з об'єктами різних розмірів, геометричних форм та структури, при цьому має свій, специфічний, діапазон частот, а саме сейсмічний та звуковий. Для кожного з об'єктів моніторингу критичної інфраструктури, його параметри і характеристики (наприклад динаміка власних частот об'єкта може характеризувати зміни його структури на різних об'єктах, при цьому, ця динаміка може бути різною, а моделі і алгоритми мають враховувати цю різницю) змінюються повільно в часі, і в той же час, іноді процеси можуть змінюватися досить швидко. Основними перевагами використання сейсмоакустичних систем для ведення моніторингу є: стійке автоматичне функціонування (у складних метеоумовах (дощ, сніг, туман); в умовах поганої оптичної видимості (ніч); у напрямках на джерела сильної освітленості (сонце); в умовах сильного задимлення і запилення; в умовах пересіченого рельєфу місцевості (пагорби, гірські перевали, ущелини, русла річок і інше); повна скритність, оскільки системи моніторингу формують зондуючі сигнали, що дозволяють визначити їх наявність і місце розташування (це виключає їх завчасне виявлення і знищення); можливість дистанційного ведення моніторингу (на достатній відстані); безруйнівний контроль стану об'єкта.

III. ВИСНОВКИ

Таким чином, методи, математичні моделі та методика моніторингу об'єктів критичної інфраструктури на основі сейсмоакустичного аналізу мають враховувати вказані вище фактори (тобто, об'єкти дослідження мають різні розміри, геометричні форми та структури, і те що в різних об'єктах об'єктивно різна динаміка). Методологія моніторингу безпеки об'єктів критичної інфраструктури на основі сейсмоакустичного аналізу має враховувати необхідність створення методики, які передбачають універсальність математичних моделей та алгоритмів для оцінки стану об'єктів різних розмірів, різної структури (структура, це ті складові з яких формуються об'єкти, що досліджуються) та різних геометричних форм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блекаут: як це було і чи повториться це знову (<https://dyvys.info/2023/10/11/blekaut-yak-tse-bulo-i-chy-povtorytsya-tse/>).
2. "Про доцільність та особливості визначення критичної інфраструктури в Україні". Аналітична записка (<https://www.niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/pro-docilnist-ta-osoblivosti-viznachennya-kritichnoi>).
3. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на 1 вересня 2022 року (https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.docx.pdf).
4. Постанова Кабінету міністрів України «Про затвердження Порядку проведення моніторингу рівня безпеки об'єктів критичної інфраструктури» №821 від 22 липня 2022р.(<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/821-2022-%D0%BF#Text>).
5. Нікіфоров М.М., Пампуха І.В., Лоза В.М., Щербина С.В., Шевцов А.Г. (2018). Особливості використання автоматизованого сейсмоакустичного комплексу

комбінованим методом виявлення об'єктів. Геофізичний журнал , 40 (6), 150–158. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151049> .



АНАТОЛІЙ ШЕВЧЕНКО. Начальник Військового інституту КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна



СЕРГІЙ ТОЛЮПА, доктор технічних наук, професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ ТА ЙОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

Владислав Щербак¹, Сергій Палій²

¹Студент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0008-4855-1748

E-mail: Valitoriel@gmail.com

²Доцент, Кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID: 0000-0001-9742-1116

E-mail: paliy@fit.knu.ua

***Анотація.** Наша робота присвячена розробці та впровадженню інформаційної системи моніторингу та прогнозування хімічного забруднення водойм. Використовуючи IoT-технології та метод лінійної регресії, система забезпечує постійний моніторинг водних ресурсів, виявлення та прогнозування поширення забруднень. Розроблена система дозволяє ефективно реагувати на потенційні загрози довкіллю та забезпечує базу для управління водними ресурсами відповідно до вимог сталого розвитку.*

Ключові слова: IoT система, забруднення, лінійна регресія, моніторинг, прогнозування.

I. ВСТУП

У сучасному світі проблема хімічного забруднення водойм стає все більш актуальною та загрозовою для навколишнього середовища та здоров'я населення. Хімічні речовини, які потрапляють у водойми через промислові та сільськогосподарські викиди, комунікаційні системи та побутові відходи не лише забруднюють воду, але й загрожують життю водних організмів та впливають на якість питної води для людей. Це створює проблеми для біорізноманіття та призводить до негативних екологічних та економічних наслідків.

Неможливість систематичного моніторингу якості води робить ситуацію ще більш критичною. Для ефективного управління водними ресурсами та запобігання серйозним екологічним катастрофам необхідно постійно відстежувати рівень забруднення води та вчасно реагувати на будь-які виявлені загрози [1].

Однак, лише моніторинг не завжди вистачає для ефективного контролю ситуації. Прогнозування забруднень є важливим кроком для попередження потенційних забруднень та прийняття запобіжних заходів заздалегідь. Розробка системи прогнозування забруднень водойм на основі аналізу ретроспективних даних та використання прогностичних моделей дозволить здійснювати більш точне та ефективне управління водними ресурсами, а також забезпечить швидку реакцію на потенційні загрози.

Інформаційна система моніторингу та прогнозування хімічного забруднення водойм, яку ми пропонуємо, є рішенням, яке спрямоване на зменшення впливу забруднення на навколишнє середовище та покращення забезпечення населення безпечною питною водою..

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

IoT система, що планується повинна включати в себе багато різних елементів. Для забезпечення кластерного моніторингу і більш точного прогнозування, потрібно використовувати автоматичні буйки з датчиками для аналізу складу води і виявлення стану забруднення в зонах, де ці буйки встановлені. Програмно цій буйки будуть поділені на групи, що розташовані в різних зонах, і інформація з них буде окремо опрацьовуватись для більш точного представлення стану на різних ділянках. Все це повинно злагоджено працювати з центром опрацювання та зберігання даних в лабораторії та хмарним середовищем.

Для вирішення поставленої задачі пропонується розробити IoT-систему [2], де результати аналізу зберігаються на локальному сервері, для можливості роботи під час відсутності Інтернету, а також для резервного копіювання. Також локальний сервер періодично синхронізується з хмарним. Самі дані відправляються на хмарний комплекс де вони зберігаються.

Враховуючи запропоновану архітектуру, була побудована блок-схема алгоритму роботи системи яку зображено на рисунку 1.

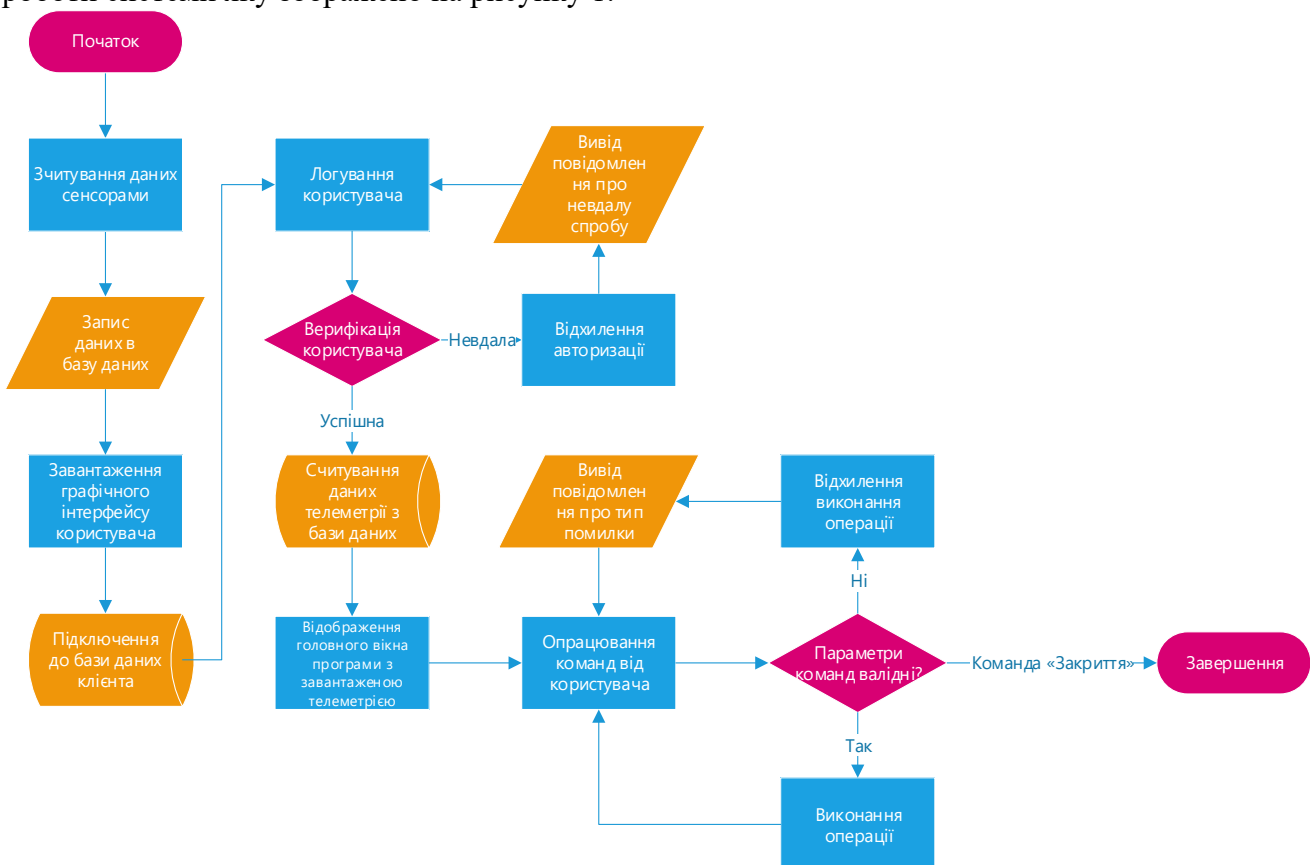


Рисунок 1. Блок-схема алгоритму системи

Для прогнозування забруднення водойм за допомогою нашої IoT-системи, ми використовуємо метод лінійної регресії [3]. Цей метод дозволяє нам аналізувати залежність між різними параметрами води та рівнем її забруднення. Збираючи дані з датчиків, розміщених на автоматичних буйках, здійснюється аналіз складу води та виявляється рівень забруднення.

Після збору даних ми використовуємо їх для навчання моделі лінійної регресії. Ця модель аналізує взаємозв'язок між вхідними параметрами (такими як рівень розчинених

речовин, рН рівень тощо) та вихідним параметром - рівнем забруднення. Більша кількість даних буде збільшувати точність результатів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ

Для створення системи пропонується використовувати MS SQL SERVER, C#, .NET Framework та Windows Form через їх поширеність, простоту використання та універсальність.

Зовнішній вигляд додатку буде представлений зручним та інформативним інтерфейсом, де користувачі матимуть можливість переглядати дані телеметрії стану забруднення у вигляді графіку по зонах спостереження або у вигляді таблиці, прогнозувати стан забруднення по введених параметрах та управляти даними. Можливий інтерфейс зображено на рисунку 2.

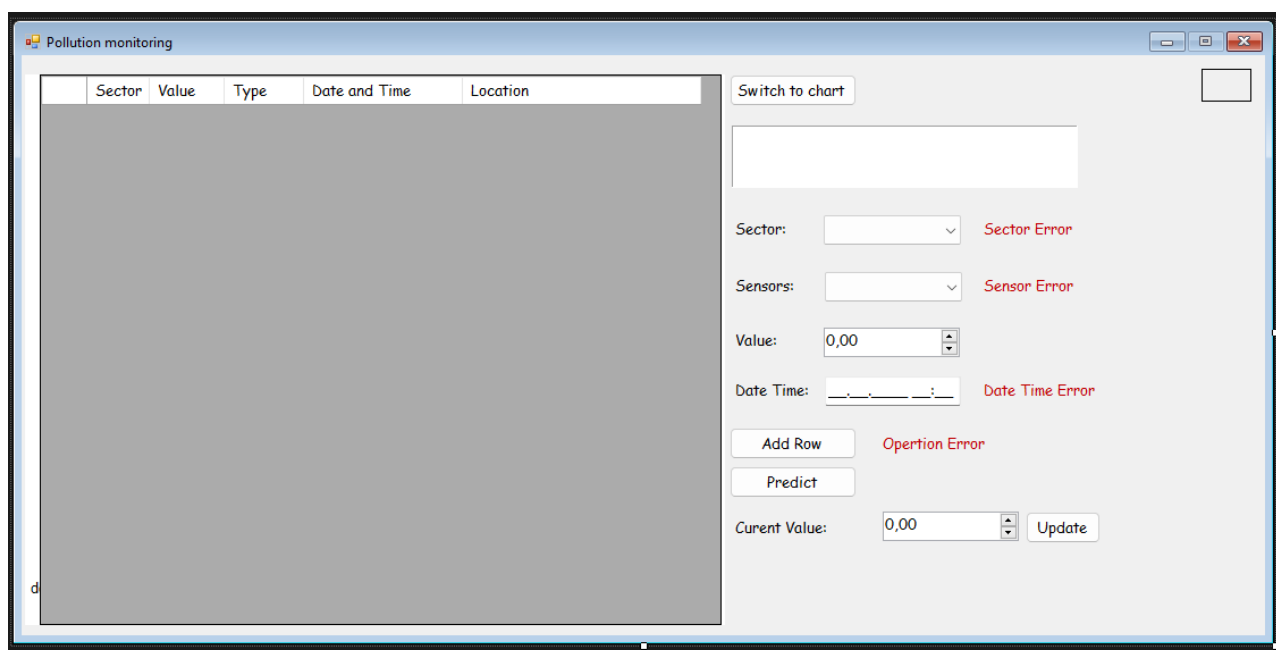


Рисунок 2. Головне вікно програми в конструкторі

IV. ВИСНОВКИ

Запропонована IoT-система моніторингу хімічного забруднення водойм та її прогнозування є потужним інструментом для ефективного контролю та управління водними ресурсами. Використання автоматичних буйків з датчиками в парі з центрами обробки та зберігання даних дозволяє збирати, аналізувати та прогнозувати рівень забруднення води з високою точністю та оперативністю.

Результати нашої роботи вказують на великий потенціал використання сучасних технологій для вирішення проблем забруднення водойм та підвищення якості водних ресурсів. Подальші дослідження та розвиток системи можуть сприяти створенню більш стійких та ефективних стратегій управління водними ресурсами, що відповідають вимогам сталого розвитку та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

ДЖЕРЕЛА

1. ПРОДОВОЛЬЧИХ, Е. (2021). МОНІТОРИНГ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ. Публічне управління та адміністрування у процесах економічних реформ: збірник тез доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції з дистанційною участю, 24 березня 2021 р.–Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2021.–271 с.

2. Щербак В.С., Палій С.В. Моніторинг хімічного забруднення водою і його прогнозування засобами IoT. Матеріали X Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 24 листопада 2023. – К: НУХТ, 2023. – с. 221.

3. Поліщук, В. В., Лозинець, О. (2019). Технологія прогнозування статистичних даних регресійним аналізом. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка, облік, фінанси та право в умовах глобалізації: тенденції та перспективи»



ВЛАДИСЛАВ ЩЕРБАК отримав ступінь бакалавра за спеціальністю 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) у 2022 році. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра зі спеціальності 126 - Інформаційні системи та технології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування.



СЕРГІЙ ПАЛІЙ – к.т.н., доцент. У 2001 році тримав ступінь бакалавра, а у 2002 ступінь магістра за спеціальністю «Інформаційні технології проектування» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна). Захистив кандидатську дисертацію за спеціальністю «Інформаційні технології» у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) у 2014 році. Там же у 2015 році отримав звання доцента. Серед наукових інтересів — інформаційно-комунікаційні технології, інтернет речей, електронне навчання, інформаційна безпека.

Section

**Cognitive modeling and
knowledge engineering**

Секція

**Когнітивне моделювання
та інженерія знань**

ARGETING MIND IN CHALLENGEABLE CONDITIONS OF BIASED NATURE OF PERFORMANCE (PRELIMINARY RESULTS ON INDIVIDUAL EXPERIENCE)

Vitalii Mykhalchuk¹, Volodymir Druzhynin²

¹PhD Student, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-7559-999X

E-mail: mykhalchukv@fit.knu.ua

²Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Information Technology and Systems, Faculty of Informational Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5340-6237

Abstract. *Targeting mind for smart environment become typical problem of employee performance optimization. Today the success of any smart environment is challenged by the problem of cognitively biased mind. Thus, the problem of optimization own activity in problem-solving and decision-making becomes really actual. Additional use of this strategy is improving of well-being caused by successful achieving of project goals.*

Keywords: Neuroeducation, brain-computer interface, cognitive optimization, control, cognitive biases, working efficiency, well-being

I. INTRODUCTION

Any smart working environment can be considered as mind organized [1]. Success of cognitive processes in such systems can be determined by the ability to save state of control [2]. The mind dynamically change state from apathy and boredom to flow, but optimal efficiency of activity is represented by state of control as cognitive biases is challengeable.

Previous studies have proposed a method for analyzing the performogram using four types of cognitive biases and studied the correlation between them, as well as evaluated the impact on performance and employee well-being, efficiency of decision-making [3]. Mind organization of framework is developed view of cognitive optimization of educational environments explained in [4].

Studies took into account the level of neuroliteracy (the ability to manage an EEG-controlled environment, owning one's own EEG signal, maintaining a role or target mental state, a dictionary of mental commands, perceiving professional jargon) and neuroskills (EEG response, individual style, idiolect).

II. DATA AND METHODOLOGY

The study was conducted in simulated conditions of the development of the training test project with improvement of neuroplasticity on base of BCI literacy development [5].

The average time for one stage of neuroplasticity improvement is 3 months. This training strategy includes 4 sessions per week of 30 minutes each. Two BCI literacy sessions include 8 exercises based on tasks challenging memory, perception, and attention control. Two professional sessions are held in a special environment for the fixation of new skills in professional problem-solving and working activity state. Parallel tasks for conscious control improvement include mentality growth for emotional intelligence upgrade and cognitive biases reducing [6, 7].

During the main part of study, the qualitative evaluation of problem-solving was held in 30 minutes cycles of professional activity in different stages of project and unpredicted conditions too.

Working Environment: Microsoft Project, Visual Studio, Jupiter Notebook.

Working Equipment: Dell Latitude laptop.

BCI: EMOTIV Insight 2.0.

Research Environment: Emotiv LABS (training, testing), EmotivPRO (collecting data), PsychoPy (additional tests).

Methods: EEG, SVM (Framework is explained in the Figure 1).

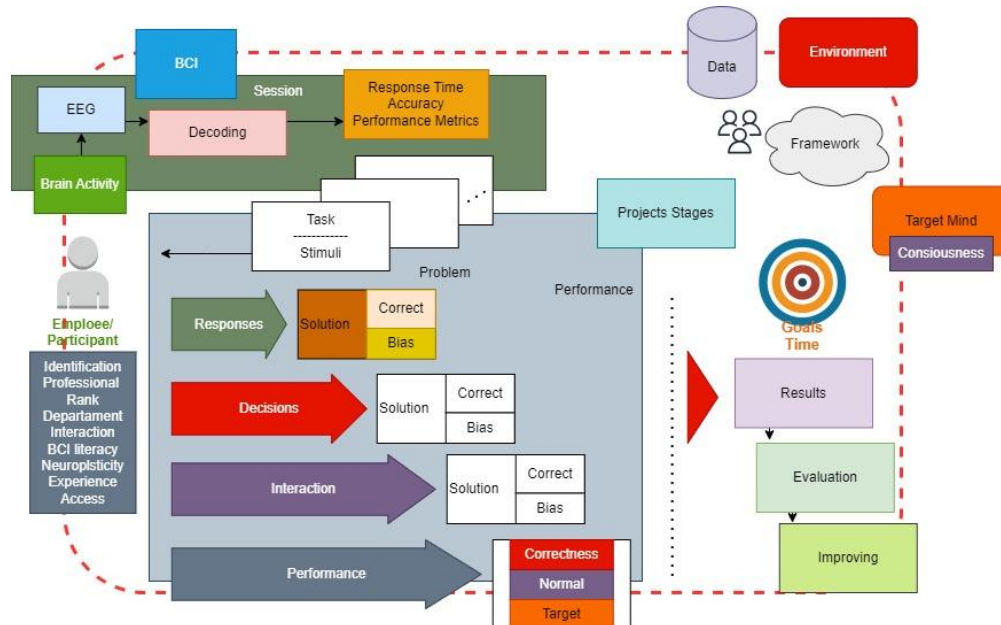


Figure 1: Description of the framework.

Subject: 29 y.o. male, ambidexter, native speaker English, string instrumentalist, informational technology specialist, Master of Arts.

Experience: Professional Area: education, programming. BCI literacy: 90%, 1 year of experience.

Additional: no coffee and beverages during day sessions, 20 min per week meditation, stress reduction sessions (breathing exercises) each ½ hour before study, 30min of active physical exercising each day 2-2½ hour before sessions, balanced ration, 2 vegan days a week.

The study includes two roles in project management.

Role 1. Developer. Main types of activities: developing and executing test cases, analyzing test results, reviewing specifications, identifying and reporting bugs, researching new technologies, tools, and testing procedures.

Types of stimuli: code, scientific and theoretical questions, practical problems.

Analyzed data: Responses, Decisions, EEG, cognitive metrics, psychological test, self-analysis.

Evaluation:

Role 2. Project Manager.

Stimuli: data from project, analytical reports, numbers, dates, templates, decisions, questions.

Analyzed data: Responses, Decisions, EEG, cognitive metrics, psychological test, self-analysis.

Each Task is presented as Stimulus or Problem, which have a set of Responses and Solutions (right responses, determined by logic of problem-solving or decision-making). Incorrect responses form the set of Biases, which have reason, determined by logic of errors. In this research I try to figure out correlation between state of rational and entropy of mind [8].

Cognitive biases influences are evaluated on indexes of influence as response time, accuracy, performance metrics and express the relation between average and experimental value.

Qualitative evaluation of neuroplasticity is made as relation of accuracy to response time [9].

Each session of experience, training or test is studied with method of Performance Metrics analysis, which includes graphs of Attention, Engagement and Cognitive Stress dynamics, Points of Biased State (Mistaken Responses and Type of Bias), and Control Metrics (Flow, Control, Relax, Boredom) based on post-session interview.

As in previous research analysis of sessions presented in performogrammes. In the Figure 2 one of training sessions is explained.

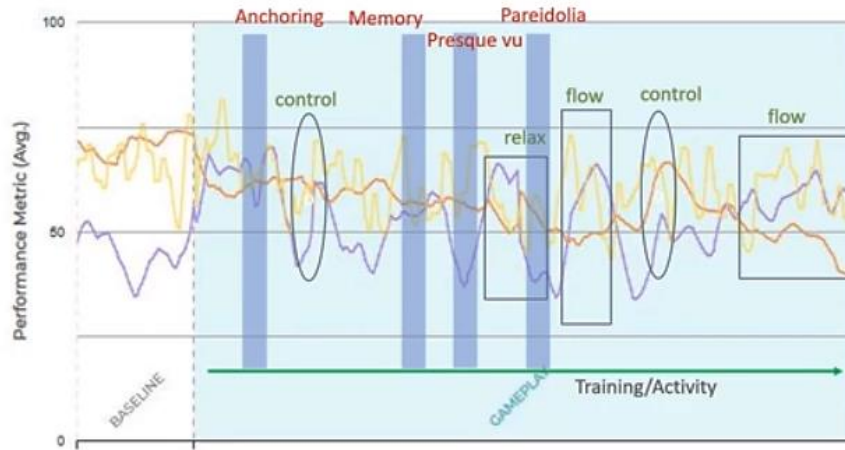


Figure 2: Example of session analysis (performogramme). Based on cognitive metrics and subjective analysis. Each mistake is signed with blue color shape, control states are signed with ovals and rectangles (intensity and duration)

III. RESULTS AND ANALYSIS

For evaluation I collected values of cognitive biases and flow metrics to compare it with neuroplasticity. Collected factors for evaluation are represented as paired data $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

The results of the evaluation are visualized with emphasizing positive and negative effects according to a range of correlation scales from weak to strong accepting $r_{xy} \in [-1, 1]$ in Figure 3.

	Np	CB Perc.	CB Atten	CB Mot	CB Emot	Flow	Control	Worry	Bored.
Np	1,00	-0,60	0,99	-0,99	-0,69	0,90	-0,32	-0,56	0,39
CB Perc.	-0,60	1,00	0,99	0,69	0,99	-0,89	-0,56	1,00	0,50
CB Atten	-0,68	0,99	1,00	0,76	1,00	-0,93	-0,48	0,99	0,41
CB Mot	-0,99	0,69	0,76	1,00	0,76	-0,94	0,22	0,64	-0,29
CB Emot	-0,69	0,99	1,00	0,76	1,00	-0,93	-0,47	0,99	0,40
Flow	0,90	-0,89	-0,93	-0,94	-0,93	1,00	0,11	-0,86	-0,04
Control	-0,32	-0,56	0,41	0,22	-0,47	0,11	1,00	-0,61	-1,00
Worry	-0,56	1,00	0,99	0,64	0,99	-0,86	-0,61	1,00	0,55
Boredom	0,39	0,50	0,41	-0,29	0,40	-0,04	-1,00	0,55	1,00

Figure 3. Correlation matrix of neuroplasticity, bias and control of mind.

Resulting correlation rate of control and cognitive biases by this experience is $r=0,39$.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

Design success is determined by optimal dimensionality of the functional dictionary of cognemes, convenient receptivity of jargon (mental commands for managing the environment), selection of project subjects (testing according to indicators of neuroliteracy, neuroplasticity, neuroskills), qualitative description of individual images (optimal number of mental state parameters), a clear definition of the tasks of each role, education strategy (highly specialized problem areas).

Design challenges include sharing the values of BCI society, development of neuroliteracy, subjectivity of participants experiencing, improvement of artifact filters (there are effective protocols for

motor artifacts, but undesirable states such as distraction need separate processing because they have a large impact, are difficult to suppress by efforts of will, are not separated from spontaneous mental states) [10].

ACKNOWLEDGMENT

The presented methods and results are part of Ph.D. dissertation “Target mind model for learning strategies optimization in neuroeducational environments”.

REFERENCES

1. Shi, Zhongzhi. Mind Computation. World Scientific, 2017
2. Mykhalchuk V. Reducing Cognitive Biases with Brain-Computer Interface for Working Efficiency and Employees' Well-Being. CEUR Workshop Proceedings, vol. 3538, 2022, 1. DOI: 10.1007/978-3-319-64274-1_8.
3. Tmienova N., Mykhalchuk V. Brain-Computer Interface as Tool of Cognitive Optimization (Case of Biases Reducing in Decision-Making and Control Improvement). CEUR Workshop Proceedings, vol. 3309, 2022, 1. DOI: 10.1007/978-3-319-64274-1_8.
4. Mykhalchuk, V. “Cognitive Design of Educational Brain-Computer Interfaces.” CEUR Workshop Proceedings, vol. 3309, 2022, 1. DOI: 10.1007/978-3-319-64274-1_8.
5. Ou, Wei, et al. “An Overview of Brain-Like Computing: Architecture, Applications, and Future Trends.” Frontiers in Neurorobotics, vol. 16, 2022, 1. DOI: 10.3389/fnbot.2022.1041108.
6. Baars BJ, Geld N and Kozma R (2021) Global Workspace Theory (GWT) and Prefrontal Cortex: Recent Developments. Front. Psychol. 12:749868. doi: 10.3389/fpsyg.2021.749868
7. Tononi G, Boly M, Massimini M, Koch C. Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. Nat Rev Neurosci. 2016 Jul;17(7):450-61. doi: 10.1038/nrn.2016.44. Epub 2016 May 26. PMID: 27225071.
8. Sarishma, D., Sangwan, S., Tomar, R., Srivastava, R. (2022). A Review on Cognitive Computational Neuroscience: Overview, Models, and Applications. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78284-9_10
9. Nijholt, Anton. (2014). Competing and Collaborating Brains: Multi-Brain Computer Interfacing.
10. Leslie, D., Burr, C., Aitken, M., Cows, J., Katell, M., and Briggs, M. (2021). Artificial intelligence, human rights, democracy, and the rule of law: a primer. The Council of Europe.



VITALII MYKHALCHUK received the B.S. degree in printing technology from National Technical University “Kyiv Polytechnic Institute” and in Philology from Drahomanov National Pedagogical University in 2018, the M.A. degree in Philology from Kyiv-Mohyla Academy in 2021. He is currently pursuing the Ph.D. degree in Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. His research interests include brain-computer interfacing, Internet of Things, e-society, cognitive science, and computational critique.



VOLODYMIR DRUZHYNIN received the B.S. degree in Radiotechnology from Kyiv Higher Anti-Aircraft Missile Engineering School specializes in radio engineering and the Specialist degree in the Security of information and communication systems from State University of Telecommunications, Doctoral degree in Radio engineering devices and telecommunications in 2013. He is currently the Head of the Department of Informational Systems and Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. His research interests include multi-position radar, radio monitoring, radio frequency management, synthetic aperture radar systems, sensor systems, and networks utilizing fuzzy inference for improved accuracy and precision.

AN INTELLIGENT SYSTEM FOR SEARCHING AND SUMMARIZING NATURAL LANGUAGE INFORMATION IN THE DIRECTION OF SCIENTIFIC RESEARCH SPECIFIED BY THE USER

Andrii Shatokhin¹, Nataliia Tmienova²

¹Student, Department of Intellectual Technologies, Faculty of Information Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: andreshat@knu.ua

²PhD, Associate Professor, Deputy Dean of Academic Studies, Faculty of Information Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0003-1088-9547

E-mail: natalia.tmienova@knu.ua

Abstract: *This research introduces a cutting-edge system that revolutionizes the search and summarization of scientific literature. Utilizing a vast database, Knowledge Graphs, and Embedding models, alongside Large Language Models (LLMs) enhanced with Advanced Retrieval Augmentation Generation (RAG) techniques, the system precisely caters to user-specific research interests. Our findings reveal its superior performance over existing methods in delivering relevant, accurate, and succinct summaries, marking a notable advancement in applying AI and NLP to streamline scientific literature review across diverse fields.*

Keywords: Artificial Intelligence, Natural Language Processing, Information Retrieval, Knowledge Graphs, Advanced RAG Techniques.

I. INTRODUCTION

The exponential growth of scientific literature across various disciplines poses a significant challenge for researchers seeking to stay abreast of the latest developments and findings. Traditional search engines and summarization tools often fall short in providing precise, relevant, and timely access to scientific information, necessitating a more advanced approach to literature review. The abstracts introduce a novel intelligent system designed to address these challenges by leveraging the capabilities of Artificial Intelligence (AI) and Natural Language Processing (NLP) to revolutionize the way scientific papers are searched and summarized.

At the heart of this system is a sophisticated database of existing scientific literature, augmented with Knowledge Graphs to enhance the structural understanding of documents and Embedding models for efficient vector storage. These technologies facilitate a deeper comprehension of the content and context of scientific papers, enabling more accurate information retrieval based on user-defined criteria.

Furthermore, the integration of Large Language Models (LLMs) with Advanced Retrieval Augmentation Generation (RAG) techniques represents a significant advancement in the field of information retrieval. This combination not only improves the precision of search results but also provides concise and accurate summarizations of scientific texts, tailored to the specific interests and requirements of the user. The development and implementation of this system are guided by a comprehensive research methodology, encompassing a detailed analysis of the problem domain, an overview of existing information retrieval models, and a rigorous evaluation of the proposed solution's effectiveness. Through this approach, the thesis aims to contribute to the ongoing

evolution of AI and NLP applications in scientific research, offering a more efficient and effective tool for literature review and analysis.

II. DATA AND METHODS

The foundation of any robust intelligent system designed for searching and summarizing scientific literature lies in the quality and relevance of its underlying dataset. While numerous datasets are available, encompassing a wide range of disciplines and formats, this research primarily utilizes the comprehensive collection of scientific papers from the arXiv repository. arXiv is a highly regarded source of scientific papers, covering various fields from Physics and Mathematics to Computer Science and Biology, making it an ideal dataset for developing and testing our system.

Understanding the basic structure of scientific papers is crucial for developing an effective system for information retrieval and summarization. A typical scientific paper is structured as follows: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, References. To harness the arXiv dataset effectively, our system employs a series of data processing and analysis methods, utilizing Knowledge Graph Construction for the information structuring, applying Embedding Models to convert textual information into vector representations, facilitating efficient storage and retrieval of documents based on semantic similarity, and integration of LLMs with RAG Techniques, that will combine the predictive power of LLMs with the precision of RAG for advanced information retrieval and summarization, ensuring that search results and summaries are both relevant and contextually accurate.

The main accent would be made on utilizing Advanced RAG (ILIN, 2023) techniques, rather than Naive RAG, with differences in the architecture shown on the Figure 1.

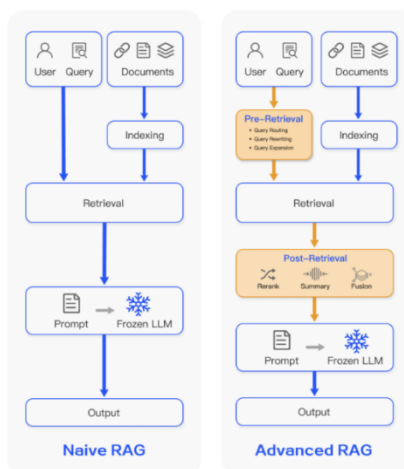


Figure 1. Comparing architecture of Naive and Advanced RAG approaches

Other approaches that would be used to improve overall efficiency would include different chunking strategies (Schwaber-Cohen, 2023) to get the most out of embedding models and the text itself.

III. RESULTS AND ANALYSIS

The financial research on using financial reports with RAG (Yepes, et al., 2024) introduces an innovative approach to document chunking within the context of financial reports, aimed at enhancing the efficacy of Retrieval-Augmented Generation (RAG) for question-and-answer tasks. This method, focusing on element-based chunking, closely aligns with the strategies proposed in the abstracts, particularly in the use of structured information for optimizing data retrieval and processing. Financial studies demonstrate a significant advancement in the application of RAG,

achieving a new state-of-the-art accuracy rate of 53.19%, with previous 50%, in their specific domain, underscoring the potential of tailored chunking methods to improve LLM performance across diverse data sets.

Another improvement approach, the KGI paper (Glass, et al., 2021) presents a novel advancement in the field of information retrieval by applying Knowledge Graph Induction (KGI) techniques to Retrieval-Augmented Generation (RAG). The KGI approach has led to significant improvements over previous zero-shot baselines. Specifically, KGI1 displays a marked increase in performance across various evaluation metrics. Although the HIT@1 score is around 28%, which is relatively lower when compared to the KILT datasets, the HIT@5 and HIT@10 metrics show impressive results, achieving approximately 64% and 76%, respectively. These results indicate that KGI1 could be particularly useful in human-in-the-loop scenarios where the system provides a range of valuable candidate answers for subsequent human validation.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

The techniques applied by Yepes et al. for financial report analysis and the KGI paper's approach for Retrieval-Augmented Generation (RAG) both emphasize the the critical importance of structurally informed data processing in maximizing the utility of RAG systems. The principles of utilizing document structure for improved retrieval and summarization, as demonstrated by Yepes, align with those in scientific research summarization, illustrating the adaptability of these methods across various domains. Leveraging document structure for more effective information retrieval and summarization – are directly applicable to the broader objectives of creating intelligent systems for navigating and synthesizing complex scientific literature. The success of KGI in advancing RAG's performance further validates this approach. The success of KGI in advancing RAG's performance further validates this approach, indicating a broad potential for AI-driven information retrieval and summarization in handling complex data.

REFERENCES

1. ILIN, I., 2023. Advanced RAG Techniques: an Illustrated Overview. [Online] Available at: <https://pub.towardsai.net/advanced-rag-techniques-an-illustrated-overview-04d193d8fec6>
2. Schwaber-Cohen, R., 2023. Chunking Strategies for LLM Applications. [Online] Available at: <https://www.pinecone.io/learn/chunking-strategies/>
3. Yepes, A. J. et al., 2024. Financial Report Chunking for Effective Retrieval Augmented Generation.
4. Glass, M., Rossiello, G., Chowdhury, M. F. M. & Gliozzo, A., 2021. Robust Retrieval Augmented Generation for Zero-shot Slot Filling.



ANDRII SHATOKHIN received the B.S. degree in Computer Science from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 2022. Currently pursuing the M.S. degree in Computer Science at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. His research interests include deep learning, machine learning, natural language processing and quantitative analysis.



NATALIIA TMIENOVA received a master's degree in Social Informatics from Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, in 1999. Defended Thesis: PhD: 01.05.04 - System analysis and theory of optimal decisions, "The limit theorems for controlled systems" (2006). She is currently Deputy Dean of Academic Studies of Faculty of Information Technology at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. Her research interests include artificial intelligence, natural language processing, computational intelligence.

АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБРОБКИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ У РАМКАХ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ»

Марія Андрійчук

Викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики НМУ імені О. О. Богомольця, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0003-0112-3830.

E-mail: amarid1957@gmail.com

Анотація. В даній роботі розглядається важливість інформаційних технологій у фармації. Особлива увага зосереджена на виборі оптимальних програмних засобів для ефективного викладання, враховуючи аспекти легкості освоєння, функціональності.

Ключові слова: інформаційні технології, фармацевтична сфера, статистична обробка даних, програмне забезпечення, дослідження, аналітичне опрацювання, візуалізація даних.

I. ВСТУП

Інформаційні технології в сучасній фармацевтичній сфері відіграють ключову роль у зборі, обробці та аналізі даних. У навчанні важливо визначити оптимальне програмне забезпечення для ефективного проведення статистичного аналізу. Нижче наведено деякі аспекти, які можуть бути враховані при аналізі комп'ютерних програми для інтерпретації та візуалізації результатів обробки статистичних даних:

- Оцінити, наскільки легко студенти можуть освоїти програмне забезпечення без спеціалізованого навчання.
- Визначити, які саме фармацевтичні завдання та аналізи підтримуються кожним програмним продуктом.
- Розглянути можливості програмного забезпечення для візуалізації та представлення результатів статистичної обробки фармацевтичних даних.
- Врахувати доступність програмного забезпечення для студентів та його вартість.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

STATISTICA (StatSoft, Inc.) розробляється компанією StatSoft. Statistica – це система для статистичного аналізу даних, яка включає широкий набір аналітичних процедур і методів. Система надає можливість застосовувати як первинні, так і вторинні методи аналізу даних, а саме аналіз і прогнозування часових рядів; визначення основних статистичних показників; методи лінійного та нелінійного регресійного аналізу; факторний, дискримінантний, дисперсійний, функціональний, кластерний, кореляційний аналізи; використання нейронних мереж, тощо [1].

Обробка фармацевтичних даних у пакеті Statistica може включати різноманітні завдання, такі як:

- аналіз клінічних випробувань;
- визначення ефективності лікування, для певних захворювань;

- визначення кореляцій між різними факторами;
 - використання методів регресії для прогнозування результатів лікування;
 - обробка даних щодо споживання фармацевтичних препаратів на ринку.
- Statistica пропонує багато інструментів для виконання аналітичних завдань у фармацевтичній галузі.

Для візуалізації результатів статистичних обчислень найбільш широко використовувані типи графіків - швидкі статистичні графіки. При виборі пункту «Швидкі статистичні графіки» з'являється меню вибору статистичного графіка для поточної змінної таблиці, тобто тієї, на яку зараз вказує курсор.

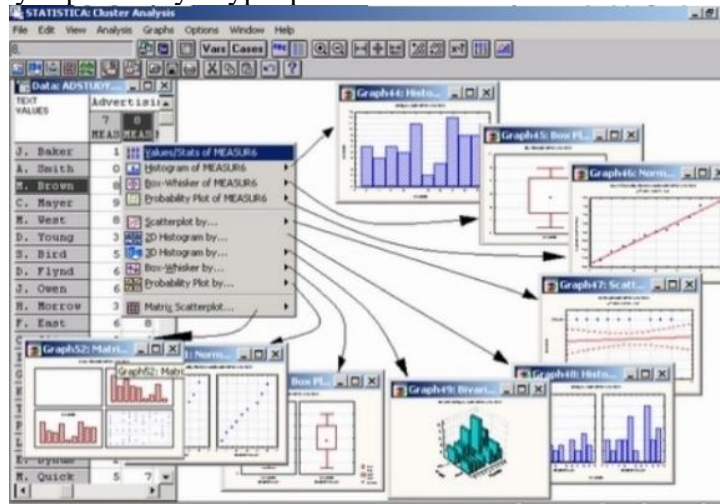


Рисунок 1. Контекстне меню - швидкі статистичні графіки.

Перевірити розподіл на нормальність в Statistica можна різними шляхами. Наприклад, це можна зробити в модулі "Bases Statistics/Tables" під час побудови гістограми:

- У вікні модуля вибрати пункт "Descriptive Statistics:".
- У вікні описових статистик перейти на вкладку "Normality".
- Для відображення очікуваних теоретичних частот разом з фактичним розподілом слід встановити прапорець для поля-мітки "Normal expected frequencies".
- Натиснути кнопку «Histograms». Розраховані критерії відображаються у верхній частині вікна з гістограмою [2].

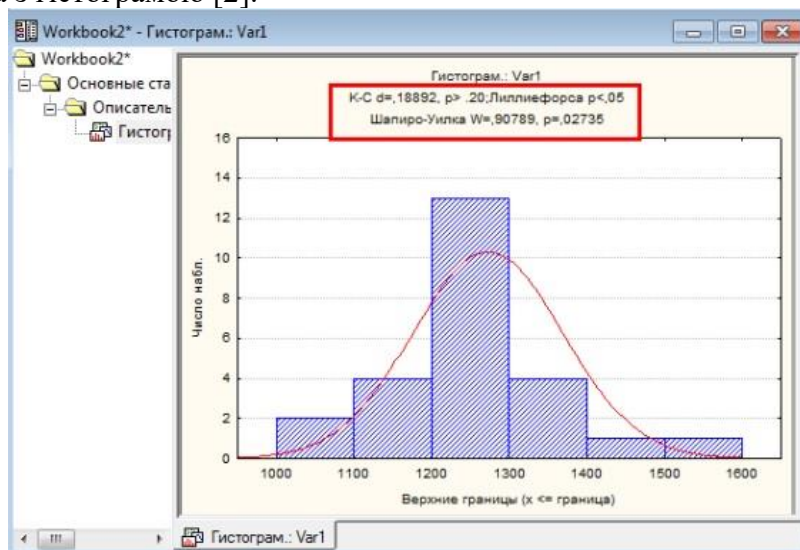


Рисунок 2. Візуалізація перевірки розподілу на нормальність.

Statistica — це інтегроване програмне забезпечення для статистичного аналізу та візуалізації даних, що надає широкі можливості для фармацевтичних досліджень. Проте, як і будь-яке програмне забезпечення, у неї є свої переваги і недоліки:

- Statistica є комерційним програмним продуктом, і його ліцензійні витрати можуть бути високими, що може бути обмежувальним фактором для студентів.
- користувачі повинні мати професійні навички з вирішення завдань статистичного аналізу та теорії ймовірності, тому що програмне забезпечення містить невелику кількість екранних підказок.

Microsoft EXCEL. Табличний процесор з математичними можливостями та статистичними функціями. Це потужний інструмент для обробки статистичних даних, включаючи дані фармацевтичних процесів. Microsoft Excel надає різні засоби для виконання описової статистики, яка допомагає зрозуміти основні характеристики та розподіл даних. Такі функції, як AVERAGE, MEDIAN, MODE, STDEV, SKEW, можуть бути корисні для швидкого обчислення. Більш широко описову статистику (Data analysis) зручно виконувати з використання інструменту аналізу (Descriptive statistics), доступ до якого здійснюється через підменю (Data analysis) меню «Data». Excel може бути використаний для визначення ступеня лінійного зв'язку між двома змінними в фармацевтичних дослідженнях. Щоб чисельно охарактеризувати зв'язок між змінними вводиться поняття коефіцієнта кореляції. Лінійний коефіцієнт кореляції (Пірсона) – показник, який характеризує силу зв'язку та його напрямок: При прямому зв'язку коефіцієнт кореляції набуває значень від «0» до «+1». При зворотному зв'язку коефіцієнт кореляції набуває значень від «-1» до «0». Якщо коефіцієнт кореляції дорівнює «0», зв'язок між явищами відсутній. При аналізі залежності між двома змінними застосовують діаграми розсіювання, як наочний спосіб представлення кореляційної залежності.

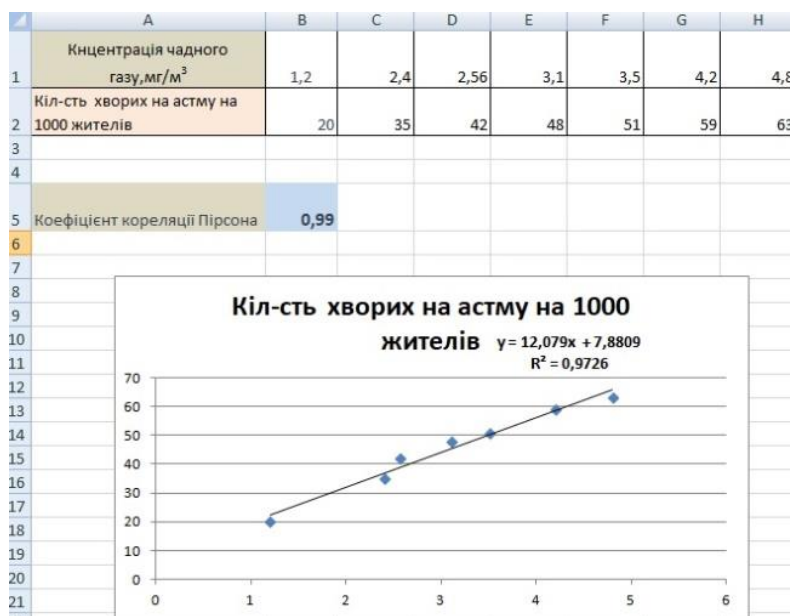


Рисунок 3. Точкова діаграма, яка демонструє залежність між кількістю хворих на астму та рівнем концентрації чадного газу в повітрі

В Excel для визначення коефіцієнта кореляції ми можемо скористатись функцією: CORREL. Як показано на рисунку 3, коефіцієнт кореляції становить 0,97, це свідчить досить щільний зв'язок між такими явищами, як концентрація чадного газу в повітрі та кількість хворих на астму. На діаграмі всі точки розташовані вздовж лінії, спрямованої зліва вниз вправо вгору. Тому, можна говорити про наявність прямого кореляційного зв'язку між

ознаками. Якщо зв'язок виявився суттєвим, то доцільно скористатися методами регресійного аналізу, основне завдання якого полягає у визначенні характеру зв'язку і побудові його математичної моделі. Але, потрібно зауважити, що Excel не є спеціалізованим статистичним пакетом, тому йому може бракувати деяких статистичних методів, які можуть бути потрібні для високоточного аналізу даних. Деякі статистичні обчислення в Excel вимагають введення формул вручну, і це може стати причиною помилок, особливо для студентів.

MATHCAD - це математичне програмне забезпечення, яке використовується для виконання різноманітних обчислень, включаючи числовий аналіз, символічний аналіз, статистику та візуалізацію результатів. Для введення формул і даних можна використовувати як клавіатуру, так і спеціальні панелі інструментів. MatCAD має вбудовані функції для обчислення основних характеристик вибірки.

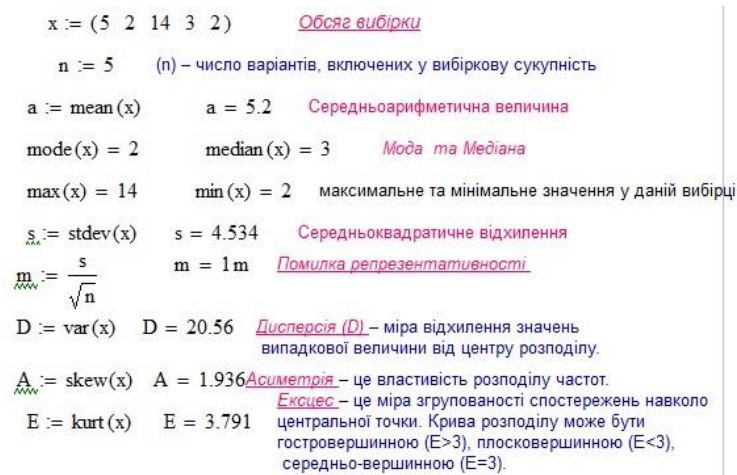


Рисунок 4. Обчислення основних характеристик вибірки малого об'єму за допомогою вбудованих функцій у програмі MatCAD

MatCAD дає широкий набір функцій для виконання кореляційного та регресійного аналізу.

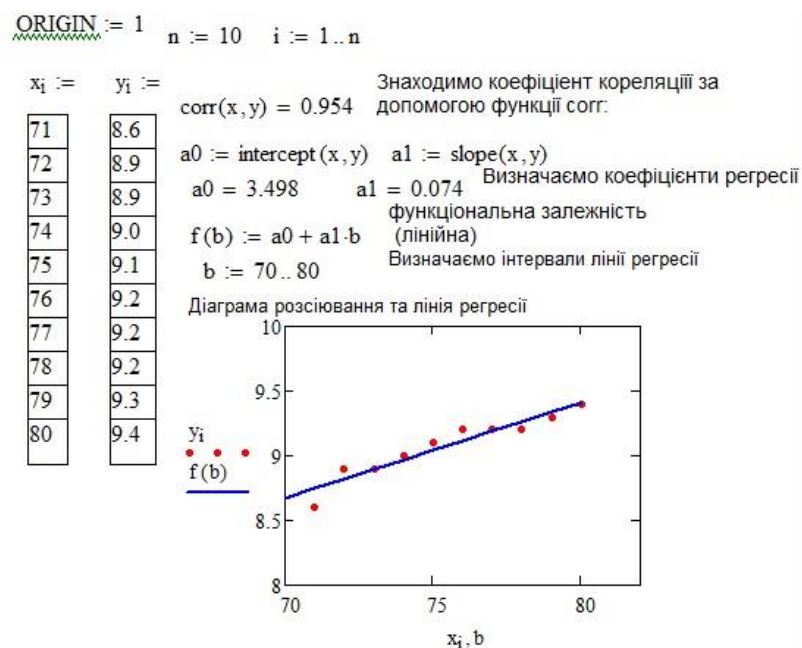


Рисунок 5. Візуалізація кореляційного та регресійного аналізу у програмі MatCAD.

Використання програмного забезпечення MatCAD у навчанні є досить перспективним та важливим кроком у підготовці кваліфікованих спеціалістів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Результати дослідження висвітлюють важливість використання спеціалізованих програмних засобів для статистичного аналізу даних у фармацевтичній галузі. Особлива увага приділяється системі Statistica. В публікації наведено приклади завдань, які можуть бути вирішені за допомогою цього програмного забезпечення. В публікації також порівнюється програмне забезпечення Statistica з іншими інструментами для статистичного аналізу, такими як Microsoft Excel та MATHCAD. В даній роботі відзначаються переваги і недоліки кожного з цих інструментів.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Сучасне програмне забезпечення для статистичної обробки фармацевтичних процесів відіграє важливу роль у зборі, аналізі та інтерпретації даних для оптимізації виробничих процесів та забезпечення якості продукції. Вибір конкретного програмного забезпечення залежить від конкретних потреб та завдань, які ви ставите перед аналізом даних у фармації.

ДЖЕРЕЛА

1. Роїк М.В., Присяжнюк О.І., Денисюк В.О. Огляд програмних засобів статистичного аналізу даних. Ефективна економіка. 2017. № 7. – URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5676>
2. Фетісов В. С. Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA / В. С. Фетісов. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2018. – 114 с.
3. Гусак О. М., Гусак В. В. Г. Сучасні інформаційні технології та медична статистика: навч.- метод. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 160 с.



МАРІЯ АНДРІЙЧУК Викладач кафедри медичної та біологічної фізики та інформатики НМУ імені Богомольця, Київ, Україна. Викладає такі дисципліни як: Інформаційні технології у фармації. Комп'ютерне моделювання у фармації. Медична інформатика. Інформаційні технології в громадському здоров'ї. Медична і біологічна фізика з основами медичної інформатики.

ПОРІВНЯННЯ ТА ВИБІР РЕНДЕРИНГУ В REACT

Олександр Безверхий¹, Олександр Куценко²

¹професор, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-0834-6335

E-mail: o_bezver@ukr.net

²аспірант, кафедра інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-0047-4874

E-mail: alexkutsenko95@gmail.com

***Анотація.** У роботі досліджується розробка веб-додатку з використанням бібліотеки React. Основна увага приділяється рендерингу елементів, компонентам, пропсам, стану та життєвому циклу компонентів, обробці подій, умовному рендерингу, формам, композиції проти наслідування, оптимізації продуктивності. Обробка подій, умовний рендеринг та форми розглядаються як ключові аспекти розробки додатку, що допомагають забезпечити зручність, реактивність та інтерактивність.*

Ключові слова: React, синхронний та асинхронний рендеринг, продуктивність, кросплатформні додатки.

I. ВСТУП

React підтримує рендеринг на сервері (Server Side Rendering, SSR) за допомогою пакета react-dom/server. SSR дозволяє створювати статичні HTML-сторінки на сервері, які можуть бути надіслані до клієнта. Це покращує продуктивність та SEO, оскільки користувачі отримують сторінку з відображеним контентом відразу після завантаження. Усі ці процеси та техніки разом створюють рендеринг елементів у React. Завдяки віртуальному DOM, реконсиліації, оптимізації рендерингу, серверному рендерингу та іншим технологіям, React забезпечує швидкий та ефективний рендеринг компонентів, покращуючи продуктивність та користувацький досвід веб-додатка [1].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

В роботі проведено порівняння React з альтернативними фреймворками та бібліотеками, такими як Angular та Vue.js, щоб виявити переваги та недоліки кожного інструменту та визначити оптимальні контексти застосування [2]. Застосовані методи тестування, такі як юніт-тестування, інтеграційне тестування та візуальне регресійне тестування, для оцінки якості та надійності розроблених додатків. Створена методика вимірювання продуктивності з використанням console.time, з метою виявлення можливих вузьких місць та покращення загальної продуктивності. Для оптимізації продуктивності додатків, що використовують React, застосовані такі методи як кодова оптимізація, ліниве завантаження, оптимізація зображень та кешування.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

У React, синхронний та асинхронний рендеринг відіграють ключову роль у визначенні того, як та коли компоненти оновлюються та відображаються на екрані.

Синхронний рендеринг у React – це традиційний підхід, за яким React оновлює DOM. Цей процес є "синхронним", оскільки React виконує оновлення DOM відразу після того, як стан або пропси компонента змінюються.

Особливості: При зміні стану або пропсів, компонент відразу рендериться. Поки триває рендеринг, браузер не може виконувати інші завдання, наприклад, обробляти події користувача або анімації, що може призвести до затримок при великому обсязі обчислень.

Використання: Підходить для додатків, де важлива швидка відповідь на дії користувача. Більш простий у розумінні та реалізації, оскільки логіка рендерингу виконується безпосередньо.

Асинхронний рендеринг у React – це новіший підхід, який введений у Concurrent Mode. У цьому режимі React може переривати та відновлювати рендерингові завдання, що дозволяє браузеру залишатися відгуковим на дії користувача.

Особливості: Дозволяє React розбивати роботу на невеликі частини та управляти їх пріоритетами. Може призупиняти рендеринг компонентів, які не є важливими, і відновлювати їх пізніше, дозволяючи обробляти високопріоритетні завдання (наприклад, анімації або обробка введення). Зменшує можливість "зависань" інтерфейсу під час виконання великих обчислень.

Використання: Ідеально підходить для складних додатків з великою кількістю даних та обчислень. Вимагає додаткового розуміння поведінки і може вимагати змін у патернах розробки.

Синхронний рендеринг є більш прямолінійним і простим для розуміння, але може привести до затримок у відгуку інтерфейсу, особливо при великих обчисленнях.

Асинхронний рендеринг (Concurrent Mode) забезпечує кращу відгуковість інтерфейсу, але вимагає більш уважного управління станами та побічними ефектами у компонентах.

Batching Updates:

- У синхронному рендерингу оновлення стану часто здійснюються одразу та по одному.
- Асинхронний рендеринг дозволяє більш ефективно групувати оновлення, роблячи рендеринг більш ефективним та менш витратним з точки зору продуктивності.

На рисунках 1,2 наведено порівняння швидкодії синхронного та асинхронного рендерингу.

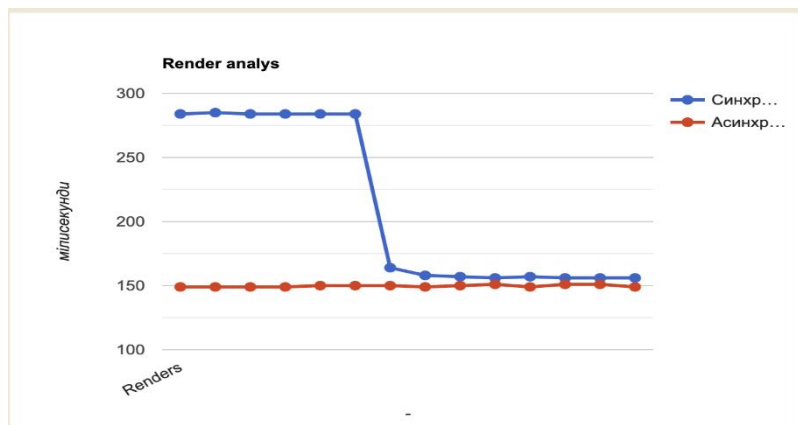


Рисунок 1. Порівняння швидкодії синхронного та асинхронного рендерингу

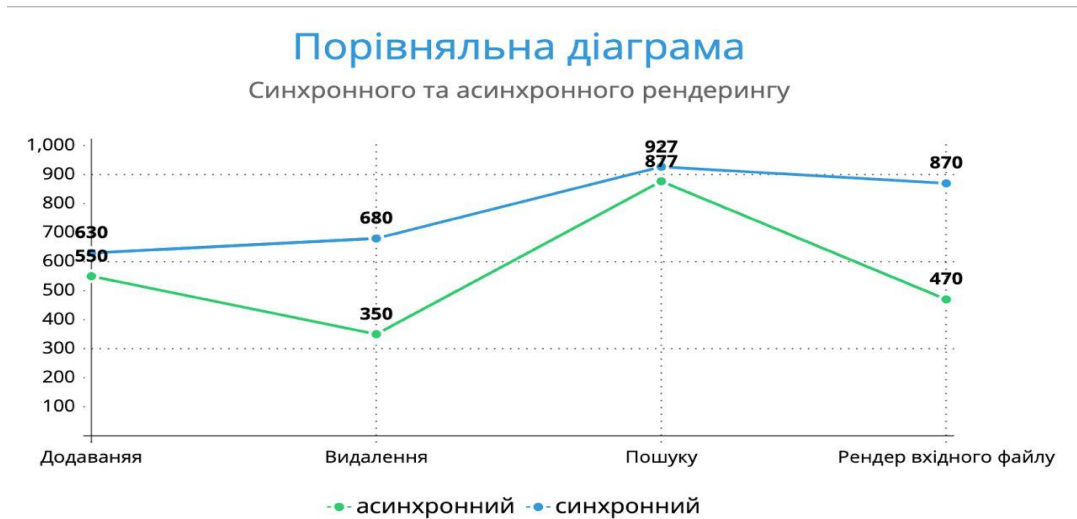


Рисунок 2. Порівняння швидкості синхронного та асинхронного рендерингу в різних режимах роботи додатку

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розроблено та впроваджені принципи оптимізації рендерингу сприяли покращенню продуктивності та користувацького досвіду в крос-платформних додатках. Мемоізація компонентів, функцій та значень дозволяє скоротити кількість рендерів компонента і відповідно прискорює роботу додатка в цілому та зменшує навантаження на комп'ютер [3].

ДЖЕРЕЛА

1. Банкс, А., Порчелло, Е. (2020). Вивчення React: Сучасні шаблони для розробки React-додатків. O'Reilly Media.
2. Elar Saks. "JavaScript frameworks: Angular vs React vs Vue". <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/261970/Thesis-Elar-Saks.pdf>.
3. О.І. Безверхий. О.І. Куценко. Ефективність застосування бібліотеки react // Інформаційні технології та суспільство, 2 (4). – С.13-19. <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.2>



ОЛЕКСАНДР БЕЗВЕРХИЙ – доктор фізико-математичних наук, захистив докторську дисертацію в 2005 році. Серед наукових інтересів – моделювання систем, проектування інформаційних систем, інтелектуальних управляючих систем, проектування кросплатформених додатків.



ОЛЕКСАНДР КУЦЕНКО отримав у 2016 році ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Державному університеті інфраструктури та технологій (Київ, Україна); отримав у 2018 році ступінь магістра комп'ютерних наук у Державному університеті інфраструктури та технологій (Київ, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Національному транспортному університеті (Київ, Україна). Серед наукових інтересів – розробка кросплатформених додатків.

ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ТА КОНТРОЛЮ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Назар Беценко¹, Микола Костіков²

¹Студент, кафедра інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: nazar_bets@ukr.net

²Доцент, кандидат технічних наук, кафедра інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1569-8179

E-mail: Mikolaszk@gmail.com

***Анотація.** Предметом дослідження є процеси приймання та оформлення замовлень автотранспортної компанії. За допомогою MS SQL Server і Visual Studio (C#) розроблено підсистему підтримки діяльності підприємства, яка забезпечить ефективну інтеграцію даних і контроль над усією діяльністю компанії. Її використання має зменшити витрати та підвищити конкурентоздатність і стабільність підприємства в умовах сучасного ринку.*

Ключові слова: автотранспортне підприємство, автоматизація, підсистема, C#, MS SQL Server, SADT, інтерфейс.

I. ВСТУП

Нині автотранспортне підприємство відіграє досить важливу роль у сфері послуг, здійснюючи перевезення будь-якого вантажу по всій Україні, покращуючи цим економіку держави. Тож актуальним завданням є розроблення автоматизованої підсистеми підтримки та контролю діяльності для ефективнішого функціонування компанії, що сприятиме загальному піднесенню економічного стану країни.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Дослідження діяльності підприємства проводилося через функціональну модель, побудовану за основними принципами методології структурного аналізу та проектування SADT. Розроблення підсистеми підтримки і контролю діяльності автотранспортного підприємства здійснювалося за допомогою системи керування базами даних MS SQL Server, а реалізація інтерфейсу користувача та обробки даних здійснюється за допомогою засобів Visual Studio з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування C#.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Підсистема підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства розробляється для автоматизації роботи автотранспортного підприємства, забезпечення оперативного отримання повної та достовірної інформації про замовлення, автомобілі, працівників, та замовників, збереження, редагування, та додавання інформації про вантаж та послуги, що надає компанія. А також для надання можливості значно зекономити час

особам, на яких покладена функція контролю та перевірки діяльності, в тому числі і менеджерам по роботі з клієнтами.

У підсистемі реалізується можливість автоматизації наступних функцій:

- формування замовлення;
- додавання, видалення та редагування записів про параметри вантажу;
- пошук та вибірка інформації за введеними даними;
- ведення обліку персоналу (працівників компанії) та замовників;
- аналіз діяльності працівників компанії;
- ведення журналів виконаних замовлень;
- формування звітної документації за запитом;
- ведення обліку транспорту компанії;
- планування маршрутів;
- формування прайс-листу.

Особливістю створеної підсистеми є можливість прокладення маршруту за допомогою Google Maps, де користувач обирає точку відправлення та точку доставки, що забезпечить автоматизований спосіб планування маршруту. Також однією з переваг програмного продукту є можливість формування аналізу роботи працівників у вигляді діаграм, для забезпечення більш зручного контролю їх роботи. Система матиме простий та зрозумілий інтерфейс користувача, забезпечуватиме швидке формування статистики про працівників та замовників, визначення найкращих робітників поточного місяця, легкий доступ до потрібних даних, можливість оновлення та перегляду цих даних у разі потреби, а також фільтрацію та пошук, формування звітної документації.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Розроблення підсистеми підтримки та контролю для автотранспортного підприємства спрямовано на повну автоматизацію підприємницької діяльності та зосереджено на підвищенні ефективності та конкурентоздатності у сфері послуг. Інтеграція інноваційних функцій дозволить підприємству оптимізувати управлінські процеси, що повинно мати вплив на загальний успіх та стабільність компанії на ринку.

ДЖЕРЕЛА

1. Орехівська В. П., Грибков С. В., Костіков М. П. Проектування інформаційної системи моніторингу викидів CO₂ при експлуатації вантажних автомобілів харчових підприємств. *Матер. X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 24 листоп. 2023 р. К. : НУХТ, 2023. С. 208–209.



НАЗАР БЕЦЕНКО отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті харчових технологій (Київ, Україна) в 2023 році. Нині автор здобуває ступінь магістра комп'ютерних наук у Національному університеті харчових технологій. Серед наукових інтересів — методи програмування мікроконтролерів, розроблення програмних продуктів мовою C++.



МИКОЛА КОСТИКОВ отримав ступінь бакалавра (2009) і магістра (2010) у Національному університеті харчових технологій та ступінь кандидата технічних наук / PhD (2016) за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». Нині працює доцентом у Національному університеті харчових технологій та Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси — комп'ютерна лінгвістика та створення електронних засобів навчання, робота з API.

КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

Юрій Глушук¹, Андрій Фесенко², Олександра Мирутенко³

¹аспірант (кафедра комп'ютерних інформаційних технологій), Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-6312-5383

E-mail: gluschukyuriy@gmail.com

²к. т. н., доцент (кафедра комп'ютерних інформаційних технологій), Національний авіаційний університет, Київ, Україна, доцент (кафедра кібербезпеки та захисту інформації), Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5154-5324

E-mail: aafesenko88@gmail.com

³студентка (кафедра технологій управління), Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-4820-3112

E-mail: u.mind2803@gmail.com

***Анотація.** У дослідженні розглянуто критерії відбору фреймворків, які використовуються для автоматизованого тестування програмних продуктів. Акцент зроблено на інструментах, які можуть бути успішно імплементовані в сучасних рішеннях для автоматизації процесів тестування.*

Ключові слова: тестування, автоматизація, фреймворки, Automation Quality Assurance

I. ВСТУП

На сьогоднішній день відсутність автоматизації тестування (АТ) програмних продуктів може призвести до нераціонального використання часу, недостатнього тестового покриття, збільшення витрат на тестування, затримок розробки і випуску продукту і, що найнеприємніше, погіршення якості продукту. Пошук і впровадження правильних підходів та інструментів для АТ є пріоритетним завданням кожного без виключення АQA-спеціаліста (Automation Quality Assurance).

Висока результативність АТ може бути гарантована шляхом моніторингу за трендами ринку інструментів автоматизації та правильного підбору гнучких технологічних рішень, які дійсно будуть ефективні для конкретного проєкту.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Критерії відбору інструментів для АТ дають чітке уявлення стосовно потреб проєкту і мають на меті максимально приблизити АQA-спеціаліста до вибору універсального фреймворку, який забезпечить ефективну роботу з багатозадачністю в тестуванні.

Варто зауважити, що деякі сучасні фреймворки для АТ мають ряд характеристик і властивостей, які роблять їх популярними. Більшість розробників бажають мати в розпорядженні інструменти з наступними особливостями:

1. Продукт з відкритим вихідним кодом, який підтримується багатьма мовами програмування. Такий підхід дозволяє QA-інженеру безкоштовно використовувати і модифікувати фреймворк під свої потреби.
2. Простота вивчення, налаштування і використання. Простий та зрозумілий синтаксис полегшує процес освоєння та застосування фреймворку.
3. Гнучкість. Можливість вирішувати різні завдання від автоматизації UI-тестування до виконання API-запитів і роботи з базами даних.
4. Швидкість розробки тестових сценаріїв без необхідності написання великої кількості коду[1].
5. Можливість інтеграції. Фреймворк легко інтегрується з іншими інструментами та системами управління версіями, що значно полегшує автоматизацію та роботу в команді.
6. Тестування на основі ключових слів. Ця функція допомагає швидше створювати набори тестів.[1]
7. Варіативність кросплатформеного тестування. Можливість проводити тестування на різних платформах – Web, Android та iOS, з урахуванням широкого спектру підтримуваних браузерів[3].
8. Підтримка асинхронності. Паралельний або послідовний запуск кількох наборів тестів, виконання однопоточкових та багатопоточкових сценаріїв[1].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Процедура вибору фреймворку передбачає детальний аналіз всіх складових, які мають відповідати необхідним критеріям відбору. Розуміння сильних і слабких сторін інструменту суттєво спрощує пошук універсального рішення.[2]

В Таблиці 1 перелічено продукти з фокусом на їх переваги та недоліки, які широко використовуються світовою IT спільнотою.

Таблиця 1. Переваги і недоліки фреймворків

Назва фреймворку	Переваги	Недоліки
SELENIUM	відкритий вихідний код; підтримка багатьох мов програмування; велика активна спільнота	складність підтримки браузерних версій; швидкість виконання тестів
KATALON STUDIO	визначена структура тестових артефактів; тестування на основі ключових слів	обмежена підтримка мов програмування; залежність від інтерфейсу користувача
WEBDRIVERIO	простота вивчення; тестування Web-додатків на різних мовах програмування; широкий спектр підтримуваних браузерів	складність встановлення та налаштування; підтримка інших мов програмування
CYPRESS	простота використання; інтуїтивний і простий інтерфейс; детальні звіти тестування	обмеженість в тестуванні кросбраузерності; підтримка для тестування нативних

		додатків
ARPIUM	відкритий вихідний код; тестування будь-якого мобільного додатку	складність налаштування середовища; час виконання тестів

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Наявність великої кількості фреймворків для АТ надає розробникам можливість обрати потрібний інструмент, який ефективно виконуватиме поставлені задачі, прискорюючи тим самим процес розробки і передачі продукту замовнику, стейкхолдерах та іншим зацікавленим сторонам. Для досягнення найефективніших результатів слід поєднувати інструменти мануального та автоматизованого тестування, паралельно рухаючись до автоматизації якомога більшої кількості рутинних завдань. Потрібно розуміти, що універсального рішення для всіх проєктів не існує. Вибір відповідних інструментів залежить від конкретних вимог проєкту, бюджету, кваліфікації QA-спеціалістів і власних вподобань.

ДЖЕРЕЛА

1. Лайфхаки Automated Testing. Які інструменти використовують в ЕРАМ для автоматизації тестування [Електронний ресурс] // careers.epam – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://careers.epam.ua/blog/test-automation-tools/>.
2. Елфрід Дастін, Джефф Решкі, Джон Пол. Автоматизоване тестування програмного забезпечення. Лори – 2009. – 589 с.
3. Mishra A. Top 10 Java Testing Frameworks For 2020 [Електронний ресурс] / Abeer Mishra // dev – 2020.– Режим доступу до ресурсу: <https://dev.to/aboywithscar/top-10-java-testing-frameworks-for-2020-57i0/>.



ЮРІЙ ГЛУЩУК отримав ступінь магістра з інформаційної безпеки у Національному авіаційному університеті (Київ, Україна) в 2008. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Національному авіаційному університеті (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — автоматизація тестування програмних продуктів, штучний інтелект.



АНДРІЙ ФЕСЕНКО к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації факультету інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси — автоматизація в інформаційних технологіях, системи захисту інформації, криптографія, квантові системи захисту інформації.



ОЛЕКСАНДРА МИРУТЕНКО студентка кафедри технологій управління факультету інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси — інформаційні технології, автоматизація управління, прийняття управлінських рішень, управління проєктами.

ЕВРИСТИЧНА МОДЕЛЬ СТАБІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У ПОРЯДКОВИХ ШКАЛАХ

Григорій Гнатієнко¹, Олексій Гнатієнко²

¹Заступник декана з наукової роботи факультету інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-0465-5018

E-mail: g.gna5@ukr.net

²Аспірант, кафедра інформаційних систем та технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-8546-5074

E-mail: gnatienko@gmail.com

***Анотація.** Розглядається проблема структурування роботи складної організаційної системи та оригінальний підхід до забезпечення її функціональної стійкості. Для визначення якості функціонування системи запропоновано розглядати відстані між показниками її роботи у стандартному режимі та вимірювання відхилень від цих показників у нестандартних ситуаціях. Для моделювання зазначеної системи введено низку природних евристик, які дозволяють формалізувати проблему та обчислити числові значення відхилень якості функціонування організаційної системи у випадку можливих збоїв функціонування окремих елементів цієї системи.*

Ключові слова: організаційна система, функціональна стійкість, моделювання.

I. ВСТУП

Функціональна стійкість або стабільність діяльності організаційної системи – це її властивість зберігати структуру управління та виконувати основні функції, заради яких створено цю систему та досягати поставленої перед нею мети. Функціональна стійкість в якомусь сенсі об'єднує основні характеристики складних систем, які традиційно досліджуються науковцями: надійність, живучість, відмовостійкість. Реалізація концепції функціональної стійкості досягається застосуванням різних видів надмірності та шляхом перерозподілу ресурсів з метою компенсації наслідків позаштатних ситуацій. Актуальність дослідження цього наукового напрямку та забезпечення функціональної стійкості складних систем є незаперечною, що підтверджується наявністю великої кількості публікацій, множина яких продовжує зростати [1].

Для забезпечення функціональної стійкості організаційної системи слід перш за все вирішити проблему структурування предметної області та формалізації математичної моделі, яка описує проблему. Доцільно виділити етапи, виконання яких дозволить визначити найбільш прийнятні варіанти конфігурації елементів системи та максимально зберегти якість виконання функцій, які виконуються елементами організаційної системи:

– визначення надлишкових ресурсів організаційної системи, її окремих підсистем та елементів;

– виявлення, ідентифікація та експрес-аналіз нештатної ситуації, яка виникла через внутрішні чинники чи вплив зовнішніх чинників;

– розпізнавання, класифікація чи кластеризація нештатної ситуації серед множини досліджених проблем чи параметрів цих аварійних ситуацій;

- визначення підходів до парирування наслідків нештатної ситуації чи мітигації (пом'якшення, послаблення) ризиків невиконання деяких функцій елементами організаційної системи;
- генерування варіантів застосування надлишкових ресурсів для забезпечення збереження стабільного функціонування системи в цілому;
- оцінка якості згенерованих варіантів та вплив такої комплексної заміни на якість функціонування системи в цілому;
- вибір компромісного варіанта та допомога особі, яка приймає рішення, аргументувати вибір найбільш прийняттого варіанта.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Нехай задано деяку множину індексів функцій, які має забезпечувати система. Будемо вважати, що таких функцій n . Позначимо множину усіх функцій, що виконуються системою через

$$F = \{f_1, \dots, f_m\}, J = \{1, \dots, m\}. \quad (1)$$

Зазначимо, що кількість функцій складної системи може складати сотні і тисячі одиниць. Введемо таку евристику.

Евристика E1. Функції, які виконуються різними елементами системи не дублюються, тобто $m = \sum_{i \in J} m_i$ – кожна функція у системі є унікальною: $F^{i_1} \cap F^{i_2} = \emptyset, i_1, i_2 \in J$, де

\emptyset – порожня множина.

Структура системи не відіграє суттєвої для вирішення проблеми, яка розглядається у цій роботі [2].

Елементи організаційної системи

$$a_i \in A, i \in I = \{1, \dots, n\}, \quad (2)$$

виконують функції з множини (1). Причому, функції виду (1) виконуються деякими відповідними елементами системи у штатному режимі, а деякі елементи системи можуть їх потенційно виконувати, тобто таким чином фіксується факт надлишковості. Факт виконання функції $f_j \in F, l \in J$, у штатному режимі i – м елементом системи будемо позначати через p_l^{0i} , а можливість потенційного виконання j – м елементом функції $f_s \in F, s \in J$, будемо позначати через p_s^{0j} . Такий режим виконання будемо називати додатковим або дублюючим – він застосовується лише у випадку необхідності: при відсутності елементів, для яких виконання цих функцій входить до основного функціоналу, та які вибули з ладу.

III. МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Для формалізації задачі забезпечення функціональної стійкості складної організаційної системи та довизначення ситуацій, які можуть трактуватися неоднозначно, ще введемо кілька евристик.

Евристика E2. Будемо вважати, що інтегральна якість функціонування системи є ідеальною на момент початку забезпечення її функціональної стійкості. Ідеальну інтегральну якість функціонування організаційної системи позначимо через F^I .

Евристика E3. У організаційній системі існує взаємозамінність. Якість заміни елемента системи, який тимчасово чи назавжди вийшов з ладу, може бути критично низькою і навіть

небезпечною для подальшого функціонування системи. Але вона завжди існує і може бути класифікована або оцифрована, наприклад, експертними методами.

Евристика E4. У організаційній системі корпоративна культура, рівень мотивації персоналу та управлінські традиції дозволяють задіяти та активізувати усі потенційні функції елементів системи і використовувати їх у активному режимі.

Евристика E5. В організаційній системі існує механізм, який дозволяє шляхом експертного оцінювання чи іншими способами встановити відмінність якості заміни виконання будь якої функції з множини (1), яка виконується елементом системи як основна, на виконання цієї ж функції деяким іншим елементом організаційної системи, для якого виконання цієї функції було потенційним.

Евристика E6. Оцінювання якості виконання будь якої функції з множини (1) елементами системи з множини (2) може бути здійснене у порядкових шкалах. Тобто, можна побудувати множинне порівняння якості виконання будь-якої функції з множини (1) тими елементами системи, які можуть цю функцію виконувати.

На основі введених евристик можна формалізувати процес функціонування складної організаційної системи у вигляді такої математичної моделі.

Для кожної функції з множини (1), яка виконується організаційною системою, відомо:

- основний виконавець цієї функції;
- додаткові або потенційні виконавці цієї функції;

– рівень якості виконання цієї функції, виражений у вигляді множинного порівняння якості її виконання виконавцями, тобто ранжування на множині виконавців цієї функції.

ДЖЕРЕЛА

1. Babenko, T., Hnatiienko, H., Ignisca, V., Iavich, M. Modeling of critical nodes in complex poorly structured organizational systems // Proceedings of the 26th International Conference on Information Society and University Studies (IVUS 2021), Kaunas, Lithuania, April 23, 2021 / CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2915, pp. 92–101.
2. Hryhorii Hnatiienko, Oleksii Hnatiienko, Oleh Parionov, Oleksii Ivanchenko, Vitaliy Snytyuk. The Method of Determining the Priority of Candidates by Means of Preferential Voting Based on an Algebraic Approach / CEUR Workshop Proceedings, Volume 3538, Pages 232-244, 2023 // Selected Papers of the III International Scientific Symposium "Intelligent Solutions" (IntSol-2023). Symposium Proceedings Kyiv - Uzhhorod, Ukraine, September 27-28, 2023.



ГРИГОРІЙ ГНАТІЄНКО отримав ступінь спеціаліста прикладної математики у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 1984 році та ступінь кандидата технічних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 1994. Нині автор працює над здобуттям ступеня доктора технічних наук. Серед наукових інтересів — системи підтримки прийняття рішень, методи обробки експертної інформації, моделювання складних систем.



ОЛЕКСІЙ ГНАТІЄНКО отримав(-ла) ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) в 2004 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Київському національному університеті будівництва та архітектури (Київ, Україна) в 2006. Нині автор(ка) працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Стенфордському університеті, (Стенфорд, Каліфорнія, США). Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування та аналіз часових рядів.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕСИКАЦІЇ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ

Владислав Гнатієнко¹, Віталій Снитюк²

¹Магістрант, факультет інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0000-2678-5158

E-mail: hnatiienko.vladyslav@knu.ua

²Декан, факультет інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9954-87

E-mail: snytyuk@knu.ua.

***Анотація.** Дослідження присвячене вирішенню однієї із проблем цифрової агрономії, а саме дослідженню необхідності застосування десикації та визначенню її ефективності. Для цього запропоновано метод прогнозування врожайності на основі супутникових знімків. У методі передбачено інтеграцію супутникових знімків, геоданих та кліматичних даних, що дозволяє забезпечити прогнозування врожайності з точністю до 95%, використовуючи алгоритми машинного навчання, зокрема бустингові моделі. Основною метою є визначення економічної доцільності десикації, де точність прогнозу врожайності є ключовим фактором для обґрунтованого прийняття рішень.*

Ключові слова: Врожайність, десикація, ефективність, машинне навчання.

I. ВСТУП

У сучасному світі аграрний сектор стикається з численними викликами, пов'язаними з потребою оптимізації виробничих процесів, підвищення врожайності та стійкого ведення сільського господарства [1]. Це дослідження пропонує новий підхід до розв'язання цих проблем через розробку технології прогнозування врожайності та оцінювання ефективності використання десикантів. Її застосування базується на аналізі супутникових знімків, інтеграції геоданих і кліматичних даних та має на меті надання інформації для прийняття обґрунтованих рішень.

У цьому дослідженні використано методи машинного навчання та аналізу великих даних. Результати їх застосування не лише сприяють підвищенню точності прогнозів врожайності, але й є підставою для прийняття рішень щодо використання десикантів, знижуючи ризик їх надмірного застосування та негативного впливу на екологію.

Метою дослідження є розробка технології, яка б сприяла мінімізації витрат та підвищенню ефективності аграрного виробництва. У центрі дослідження – використання алгоритмів та аналітичних інструментів для аналізу великих даних, що включає супутникові знімки, геодані та кліматичні дані.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Основна задача, яку потрібно розв'язати – виконати прогнозування врожайності кожної ділянки поля на основі аналізу детальних даних про стан рослин, що включають дані,

отримані з супутникових знімків у різних спектрах, які конвертуються у вегетаційні індекси NDVI, NDWI, CLg, CLr, GLI [1].

Важливими є метеорологічні дані – температура, кількість опадів, швидкість та напрямок вітру, хмарність, сонячна радіація та атмосферний тиск. Доповнюються ці дані інформацією про агротехнічні заходи, включаючи обробку поля гербіцидами та фунгіцидами, тип гібриду культури (від раннього до пізнього) та густоту посіву. Для навчання та валідації моделі використовується тренувальний датасет, в якому для кожної ділянки поля надані дані про урожайність в тонах на гектар.

Вхідні дані для прогнозування урожайності є вкрай об'ємними через широкий спектр різноманітних параметрів, що включає супутникові знімки, метеорологічні дані, інформацію про обробки поля та інші. Схематично структура даних навчального датасету зображена на Рисунку 1.

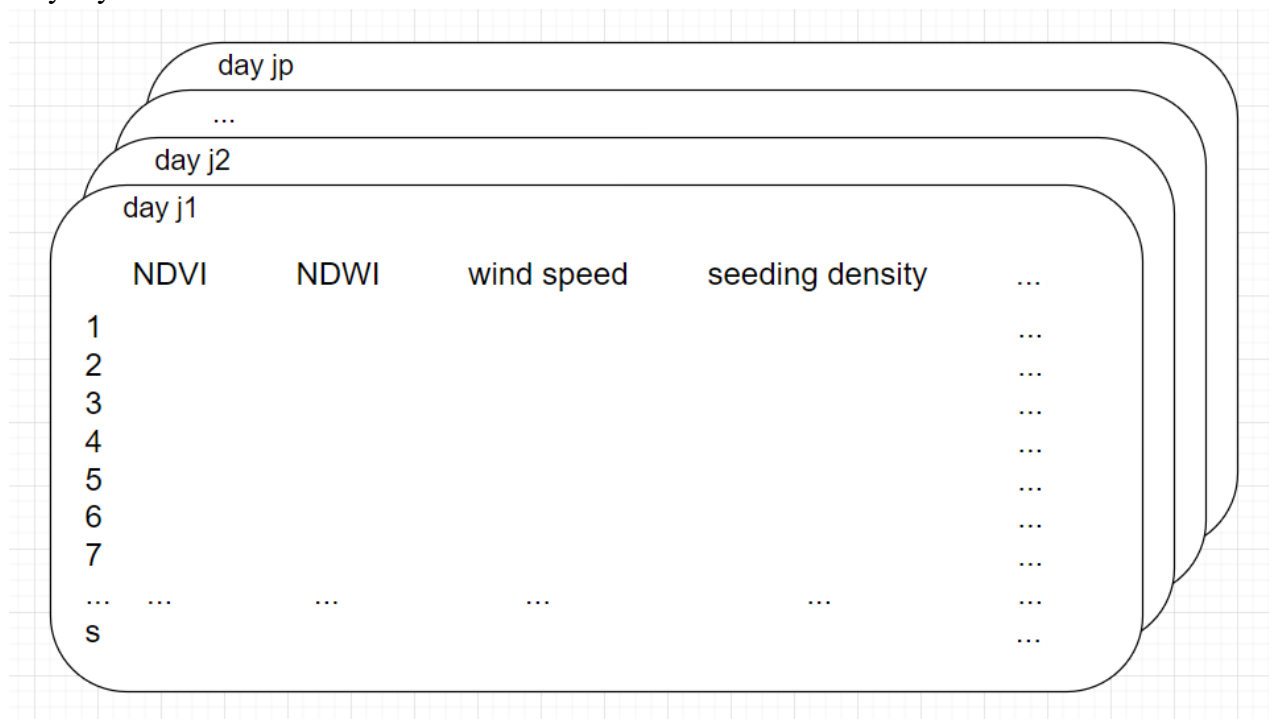


Рисунок 1. Схематичне представлення структури навчального набору даних до проведення попередньої обробки

Для зменшення розмірності вхідного вектора та оптимізації прогнозування проводиться попередній аналіз даних та відбір найбільш значущих ознак (feature selection). Один з ключових інструментів у цьому процесі - кореляційний аналіз, використання якого дозволяє виявити статистичні зв'язки між різними ознаками. Якщо ознаки сильно корелюють, то вони, крім однієї, найбільш інформативної, вилучаються.

На етапі попередньої обробки виконуються такі кроки:

1. Видалення викидів для кожного дня окремо для кожного поля із застосуванням методу z-score [2].
2. Агрегування даних.
3. Об'єднання даних у загальний датасет X .
4. Повторне видалення викидів на об'єднаному датасеті X .

Повторне видалення викидів є важливим кроком, оскільки видалення викидів окремо в межах кожного поля не гарантує відсутності неправильних даних у зібраному наборі. При об'єднанні різних полів можливі ситуації, коли дані, що вважалися нормальними для одного поля, стають аномальними у контексті загального набору через різницю в масштабах, розподілах чи інших характеристиках. Тому необхідно знову видаляти викиди, щоб забезпечити консистентність та однорідність всіх зібраних даних.

Для перетворення категоріальних ознак, таких як типи гібридів та рослини-попередники, було застосовано метод one-hot encoding. Цей метод дозволяє перетворити категоріальні дані у форму, яка придатна для обробки алгоритмами машинного навчання. Для кожної категоріальної ознаки створюється набір нових змінних (стовпчиків), де кожна змінна – одна категорія. Якщо в оригінальному записі спостерігалася певна категорія, відповідний стовпчик для цієї категорії отримує значення 1, а всі інші - 0.

Такий підхід дозволяє перетворити часові дані на формат, який легше сприймається машинними моделями, створюючи "розріджене" (sparse) представлення даних. Це спрощує для моделей «засвоєння інформації» та допомагає уникнути проблем, пов'язаних із безпосереднім використанням кількісних показників, таких як кількість днів.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Застосування десикації може значно підвищити врожайність, що потенційно приведе до додаткового доходу. Цей дохід порівнюється з витратами на придбання десикантів та обробку поля. Якщо додатковий дохід від збільшення врожайності перевищує ці витрати, тоді застосування десикації вважається економічно доцільним. Саме тому точність прогнозування врожайності відіграє таку велику роль.

Використання ефективних бустингових моделей, таких як LightGBM, XGBoost, CatBoost, у комбінації з підібраними та попередньо обробленими даними, дозволило забезпечити точність прогнозів від 85% до 95%. Це є значним досягненням у контексті складності задачі і є критично важливим для ефективності економічних розрахунків у сфері сільського господарства. Разом із тим, існують певні проблеми, зокрема, недостатня кількість навчальних даних та використання відносно простої моделі.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Для покращення моделі прогнозування врожайності необхідно передбачити такі кроки:

- поповнити датасет якісними навчальними даними, що дозволить підвищити адекватність моделі;
- використати додаткові деталізовані дані, які сприятимуть уточненню прогнозуванню;
- будувати та налаштовувати більш складні моделі для виявлення складніших залежностей у даних;
- аналізувати загальний стан областей, а не окремих пікселів, що сприятиме урахуванню впливу областей одна на іншу;
- досліджувати вплив різних видів та концентрацій десикантів для оптимізації їх використання.

Застосування цих покращень може значно підвищити точність та надійність прогнозування врожайності, що забезпечить кращі рішення для аграрного сектору.

ДЖЕРЕЛА

1. Зозуля О. Л., Швартау В. В., Михальська Л. М., Ковель О. Л., Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є., Домрачев В. М., Тменова Н. П. (2023) Сучасні методи цифрового моніторингу в рослинництві, 254.

2. Peruri V. A., Ch. Anuradha, Patnala S. R. Chandra M., Ch. Surya K. (2019) Outliers in High Dimensional Data Sets using Z-Score Methodology. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(1), 48-53.



ВЛАДИСЛАВ ГНАТІЄНКО отримав ступінь бакалавра системного аналізу у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна) в 2022. Нині автор працює над здобуттям ступеня магістра з комп'ютерних наук в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — методи машинного навчання, зокрема глибинного навчання, та цифрова агрономія.



ВІТАЛІЙ СНИТЮК закінчив Київський державний університет ім. Т.Г. Шевченка (Київ, Україна) у 1991 році за спеціальністю «Математика», спеціалізація «Теорія ймовірностей». Нині автор працює деканом факультету інформаційних технологій у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Серед наукових інтересів — еволюційні обчислення, прийняття рішень в умовах невизначеності.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ З ЗАСТОСУВАННЯМ ДРОБОВОГО АНАЛІЗУ

Євген Івохін¹, Лариса Аджубей²

¹професор, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,

ORCID: 0000-0002-5826-7408

E-mail: ivohin@ukr.net

²доцент, кафедра обчислювальної математики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,

ORCID: 0000-0002-8103-9657

E-mail: adzhubey@ukr.net

***Анотація.** У роботі розглядається підхід для моделювання інформаційних процесів проникнення на основі використання фундаментальних особливостей дробового аналізу та побудови гібридних моделей, в якому дробовий аналіз використаний для цілей дослідження часових рядів експериментальних даних в задачах моніторингу рівнів розповсюдження інформації у соціальних групах з урахуванням дифузного характеру процесів інформаційного проникнення..*

Ключові слова: моделювання розповсюдження інформації, гібридні динамічні моделі, дифузійні рівняння, дробово-диференціальне числення.

I. ВСТУП

Дослідження реальних процесів і явищ методами математичного моделювання передбачає використання строго детермінованого підходу, що пов'язане з істотними обмеженнями. Теорія фракталів знайшла застосування в описі геометричних властивостей складних об'єктів, в аналізі і прогнозуванні поведінки динамічних систем і процесів. При цьому для моделювання динаміки процесів і явищ у фрактальних системах часто вдаються до апарату дробово-диференціального числення. Дробову похідну за часом використовують для процесів з пам'яттю, а дробова похідна за координатою визначає, що процес протікає в самоподібному неоднорідному середовищі.

Мета даної роботи полягає у розробці способу побудови, обчислення та верифікації програмного розв'язку для чисельного моделювання процесу дифузії для крайової задачі на основі дробово-диференціального рівняння з частинними похідними.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Позначимо через $u(x, t)$, $0 \leq u(x, t) \leq 1$, $t \geq 0$, функцію, яка визначає рівень інформаційного розповсюдження в межах деякої частки цільової соціальної групи, обсяг якої подається неперервною величиною x , $0 \leq x \leq 1$, від наперед заданої кількості її учасників.

Рівняння дифузійного розповсюдження інформації в самоподібному соціальному середовищі, що характеризується неоднорідністю, яка змінюється у часі, може бути записано в термінах дробової похідної Римана-Ліувілля [1] порядку α , $0 < \alpha < 1$,

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = -k(t)D_{0x}^{\alpha} \left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right), \quad (1)$$

$$\text{де } D_{0x}^{\alpha} f(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{f(s)}{(x-s)^{\alpha}} ds,$$

$$\Gamma(\nu) = \int_0^{\infty} s^{\nu-1} e^{-s} ds - \text{гамма-функція, з крайовими умовами у вигляді } u'_x(0,t) = u_o(t),$$

$$u_o(t) \geq 0 - \text{ задана функція, } u'_x(1,t) = 0, t \in [0, T],$$

$$\text{та початковою умовою } u(x,0) = u_1(x), u_1(x) \geq 0, 0 \leq x \leq 1, D_{0x}^0 f(x) \equiv f(x).$$

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Моделювання динаміки рівня інформації у цільовій соціальній групі за допомогою рівняння дифузії (1) будемо проводити, припускаючи, що цей процес аналогічний процесу проникнення (міграції) деякої речовини або процесу розповсюдження захворювання протягом конкретного часового інтервалу $t \in [0, T]$ з заданою початковою умовою $u(x,0)$, $0 \leq x \leq 1$, та деякими крайовими умовами для $u(0,t)$, $u(1,t)$ або їх похідних, $t \in [0, T]$, де $k(t)$ – коефіцієнт, що характеризує швидкість проникнення інформації (коефіцієнт дифузії).

Припустимо, що інформаційний рівень в цільовій групі на початку процесу поширення дорівнює нулю. Після цього учасники групи постійно знаходяться під інформаційним впливом, який у будь-який момент часу $t \in [0, T]$ характеризується заданою швидкістю розповсюдження $u'_x(0,t) = u_o(t) \geq 0$, а швидкість поширення інформації в межах частки групи, яка сприймає інформацію, пропорційна x^{α} , тобто $\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} = ax^{\alpha}$, $0 < \alpha < 1$, $0 < a < 1$, $0 \leq x \leq x_{\Gamma}(t)$. Враховуючи накопичувальний характер процесу концентрації інформації, шукаємо частинний розв'язок дифузійного рівняння (1) у вигляді

$$u(x,t) = ax^{\alpha+1}/(\alpha+1) + R(t), \quad (2)$$

з невідомою функцією $R(t)$.

В результаті дослідження отримано моделі процесів розповсюдження інформації з урахуванням та без урахування впливу зовнішніх інформаційних джерел. Розглянуто різні випадки формалізації зовнішнього впливу на динаміку процесів поширення інформації. Наведено приклади численних експериментів розрахунку оцінок рівня інформаційного накопичення, проаналізовано їх результати, що дозволило підтвердити наявність достатньої адекватності модельних даних і даних, отриманих в результаті реальних спостережень за процесами зміни концентрації інформації в конкретних цільових групах.

Важливе прикладне значення отриманих результатів полягає в можливості застосування запропонованої методики для створення моделей та дослідження процесів поширення та впливу інформаційних потоків у соціальних мережах.

ДЖЕРЕЛА

Івохін Є.В., Аджубей Л.Т., Науменко Ю.О., Махно М.Ф. On one approach to using of fractional analysis for hybrid modeling of information distribution processes// Системні дослідження та інформаційні технології, 2021. - №. 4. – С.- 31-40.



ЄВГЕН ІВОХІН у 1982 році закінчив факультет кібернетики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2012 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор працює на посаді професора кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Має вчене звання професор. Серед наукових інтересів – математичні моделі та методи розв’язання оптимізаційних задач в умовах невизначеності.



ЛАРИСА АДЖУБЕЙ у 1971 році закінчила факультет кібернетики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1987 році захистилa дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; на даний момент автор працює на посаді доцента кафедри обчислювальної математики Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Має вчене звання доцент. Серед наукових інтересів – математичні моделі та методи розв’язання задач інформаційного поширення та впливу.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Євген Івохін¹, Вадим Рець²

¹професор, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
ORCID: 0000-0002-5826-7408

E-mail: ivohin@ukr.net

²аспірант, кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
ORCID: 0009-0007-8632-7010

E-mail: vadym.rets@gmail.com

***Анотація.** У роботі розглянуто оригінальну модель на основі скалярного рівняння у частинних похідних для формалізації процесів поширення інформації в суспільному контексті. Визначені характерні умови, які знайшли відображення у розв'язку розглянутого рівняння теплопровідності. Серед цих умов відзначено сприйнятливність суспільства до засвоєння нової інформації, обмеження, що визначаються кількістю та властивостями доступних джерел інформації, а також динаміку поширення інформації, яка відзначається своєю агресивністю. Взаємозв'язок між поширенням інформації та термодинамікою полягає у властивій їм схильності шукати рівноважний або оптимальний стан. Розв'язане рівняння теплової енергії можна використовувати як потужний інструмент для моделювання динаміки поширення інформації, аналогічно потоку теплової енергії у фізичних системах.*

Ключові слова: дифузія інформації, моделювання процесу теплопровідності, розповсюдження інформації, розподіл температури, аналіз інформаційних потоків.

I. ВСТУП

У сучасному інформаційному світі поширення інформації є ключовим процесом, що впливає на еволюцію суспільства. Мета наявної інформації полягає в тому, щоб розширити можливості та обізнаність споживачів і допомогти їм зробити вибір. Однак інформація відрізняється як за якістю, так і за результатами впливу. За останні роки збільшилась кількість випадкових та навмисних наслідків використання платформ соціальних мереж для поширення дезінформації. Фейкові новини використовуються для створення статей з містифікацій, чуток, пародій, неправильних редакційних статей, недостовірних фактів тощо. Така різноманітність цілей, каналів, джерел і мотивацій ускладнює розуміння їх поширення.

Для того, щоб навчитися правильно користуватись інформацією як інструментом, потрібно вміти її моделювати. Для цього можна представити математичну модель поширення інформації на основі заздалегідь визначених параметрів, таких як сприйняття нової інформації суспільством; обмеження по кількості та «агресивності» джерел інформації; обмеження по часу, протягом якого відбувається процес розповсюдження новин.

Серед найбільш відомих та змістовних підходів, які використовуються у дослідженнях процесів розповсюдження інформації, можна виділити дифузійний підхід. Користуючись результатами проведених досліджень зі зв'язку рівнянь термодинаміки та теорії інформації,

можна побудувати схему розповсюдження тепла в одновимірному стрижні для моделювання поширення інформації на графі суспільних зв'язків як підграфі дерева суспільної ієрархії.

У такому випадку, знаючи дані про ставлення та сприйнятливність суспільства до нової інформації, можна провести паралель з процесами, характерними для термодинаміки на основі розповсюдження тепла в матеріалі. При цьому, його теплопровідність може розглядатись як сприйнятливність до нової інформації, а «агресивність» джерел визначатиметься максимальною температурою нагрівального елемента. Для проведення розрахунків можна вважати, що інформація не втрачається у системі (немає ефекту «забуття»), що означає відсутність теплообміну матеріалу з оточуючим середовищем. В процесі дослідження будемо розглядати лінійний граф суспільних зв'язків, механістичним аналогом якого буде виступить повністю ізольований одновимірний стрижень з коефіцієнтом температуропровідності α . Тоді досягнення бажаного рівня обізнаності може розглядатися як нагрівання стрижня хоча б на Δt градусів за допомогою рівномірно розташованих в стрижні нагрівальних джерел температури T_1 за максимальний час t_{max} з початковою нульовою температурою стрижня, рівною температурі середовища.

II. ПРОПОЗИЦІЯ

Маючи відповідні обмеження, варто розглядати розбиття стрижня на рівні частини, в центрі кожної з яких можна розташувати нагрівальний елемент. Таким чином, розбивши загальну задачу розрахунку температурного розподілу $U_L(x, t)$ вздовж стрижня довжиною L на однакові підзадачі нагрівання частин стрижня $U_i(x, t)$, $i = \overline{1, n}$, де n – кількість підзадач, можна дослідити лише випадок нагрівання одного з них для отримання повної картини експерименту:

$$U_L(x, t) = \begin{cases} U_1(x, t), & x \in [x_0, x_1] \\ U_2(x, t), & x \in [x_1, x_2] \\ \dots \\ U_n(x, t), & x \in [x_{n-1}, x_n] \end{cases}, \quad (1)$$

$$\forall i \in \overline{1, n} \quad x_i - x_{i-1} = \frac{L}{n}.$$

Оскільки нагрівання частини стрижня відбувається посередині однаково в обох напрямках, підзадача розкладається на ще дві однакові задачі розрахунку $U_{i/2}(x, t)$ з нагріванням частини стрижня з одного боку, $i = \overline{1, n}$. При цьому для кожного $i = \overline{2, n}$, межі сусідніх задач U_{i-1} та U_i не матимуть теплообміну за рахунок однакової динаміки тепла, а значить у задачах $U_{i/2}$ можна розглянути повністю ізольований стрижень за виключенням сторони, що нагрівається. За рахунок повністю однакових умов для кожної частини стрижня, задачі $U_{i/2}(x, t)$ однакові, тому їх розв'язок можна позначити як $u(x, t)$. Задачі матимуть такий вигляд: знайти розв'язок рівняння

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (2)$$

з граничними умовами

$$\begin{cases} u(0, t) = T_1, \\ \left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right|_{x=L} = u_x(L, t) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

та початковою умовою $u(x, 0) = 0$.

III. ВИСНОВКИ

Запропонований підхід надав можливість дослідити та порівняти результати, отримані у процесі інформаційного поширення у соціальних групах. В роботі досліджено один з підходів до механістичного застосування моделей на основі використання рівняння теплопровідності для моделювання та імітації процесу поширення інформації у суспільстві з багатьма джерелами. Для проведення імітаційного моделювання розроблено програмний засіб, що дозволяє знайти необхідну кількість джерел з заданими властивостями та надати візуалізацію розподілу температури в ході процесу розповсюдження ("нагрівання") інформації. Отриманий підхід можна використовувати для моделювання реальних процесів поширення інформації та імітації проведення інформаційних кампаній.



ЄВГЕН ІВОХІН у 1982 році закінчив факультет кібернетики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка; у 1986 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук; у 2012 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. На даний момент автор працює на посаді професора кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Має вчене звання професор. Серед наукових інтересів – математичні моделі та методи розв'язання оптимізаційних задач в умовах невизначеності.



ВАДИМ РЕЦЬ у 2022 році вступив до аспірантури по спеціальності «системний аналіз» при кафедрі системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси – застосування інформаційних технологій для розв'язання задач інформаційного розповсюдження та впливу.

МОДЕЛЬ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ З УРАХУВАННЯМ СПЕЦИФІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Сергій Лаптев

PhD-Аспірант, кафедра кібербезпеки та захисту інформації, Факультет інформаційних технологій, Київський національний університет Імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-7291-1829

E-mail: salaptiev@gmail.com

***Анотація.** В результаті наукових досліджень розглянуто економічні аспекти необхідності захисту персональних даних. З яких виникає актуальне наукове завдання, що полягає у підвищенні ефективності захищеності персональних даних у соціальних мережах за рахунок врахування специфіки параметрів соціальних мереж. Запропоновано удосконалення моделі захисту персональних даних за рахунок врахування комплексної довіри.*

Ключові слова: персональні дані, особиста інформація, нелінійна система, стійкість, конфіденційність, доступність, довіра

I. ВСТУП

Зловмисники використали вразливість у програмному забезпеченні Facebook, щоб отримати доступ до інформації про 87 млн. користувачів, включаючи їхні імена, номери телефонів, адреси електронної пошти та дату народження. Масштаб викрадення: Зловмисники викрали інформацію про 87 млн. користувачів, включаючи їх імена, номери телефонів, адреси електронної пошти та дату народження [1]. Це була одна з найбільших крадіжок персональних даних в історії. Наслідки для компанії: Facebook виплатив \$5 млрд. у вигляді компенсацій жертвам крадіжки. Компанія також була змушена провести масштабні заходи з підвищення безпеки, щоб запобігти повторенню подібних інцидентів.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Найвідоміші приклади крадіжки персональних даних. Крадіжки даних Equifax. Зловмисники зламали базу даних компанії Equifax, яка займається кредитним рейтингом, і отримали доступ до інформації про 147 мільйонів клієнтів, включаючи їх імена, адреси, номери кредитних карт і дати народження. Зловмисники використовували вразливість в програмному забезпеченні компанії, щоб отримати доступ до даних. Масштаб викрадення: Зловмисники викрали інформацію про 147 мільйонів клієнтів, включаючи їх імена, адреси, номери кредитних карт і дати народження. Це була одна з найбільших крадіжок персональних даних в історії. Наслідки для компанії: Компанія Equifax виплатила 700 мільйонів доларів у вигляді компенсацій жертвам крадіжки. Компанія також була змушена провести масштабні заходи з підвищення безпеки, щоб запобігти повторенню подібних інцидентів [2]. *Крадіжка даних компанії T-Mobile в 2021.* Реалізація крадіжки: Зловмисники зламали базу даних компанії T-Mobile, яка займається мобільним зв'язком, і отримали доступ до інформації про 53 мільйони клієнтів, включаючи їх імена, адреси, номери кредитних карт і дати народження. Зловмисники використовували вразливість в програмному забезпеченні компанії, щоб отримати доступ до даних. Масштаб викрадення: Зловмисники викрали інформацію про 53 мільйони клієнтів, включаючи їх імена, адреси, номери кредитних карт і

дати народження. Наслідки для компанії: Компанія T-Mobile виплатила 40 мільйонів доларів у вигляді компенсацій жертвам крадіжки. [3].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Крадіжка персональних даних має негативний вплив на постраждалих осіб, компанії та суспільство в цілому. Втрата довіри до організацій стає серйозною проблемою. А саме ушкодження репутації, втрата довіри і погіршення відносин з клієнтами та громадськістю, керованість даними, погроза контролю та маніпуляції над інформацією та особистими даними, ідентифікаційна крадіжка, можливість використання викрадених даних для злочинів та шахрайства. Конкретні приклади використання, як зловмисники можуть використати викрадені дані. Кредитне шахрайство: Зловмисники можуть використовувати викрадені номери кредитних карток для здійснення покупок або отримання кредитів. Фішинг: Зловмисники можуть використовувати викрадені адреси електронної пошти та імена для відправки фішингових електронних листів або SMS-повідомлень. Ці повідомлення можуть містити посилання на підроблені веб-сайти, які виглядають як справжні веб-сайти банків або інших фінансових установ. Коли жертва натискає на посилання і вводить свої особисті дані, вони потрапляють до рук зловмисників. Відстеження: Зловмисники можуть використовувати викрадені дані для відстеження жертви. Наприклад, вони можуть використовувати викрадену інформацію про місцезнаходження, щоб знайти жертву в реальному світі. Шантаж: Зловмисники можуть використовувати викрадену інформацію для шантажу жертви. Наприклад, вони можуть погрожувати опублікувати приватну інформацію жертви в Інтернеті, якщо вона не заплатить їм гроші.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У дослідженні розглянуто актуальне наукове завдання щодо підвищення ефективності захищеності персональних даних в соцмережах шляхом урахування специфіки параметрів соціальних мереж: запізнення реагування на атаку; комплексної довіри, урахування параметра розширення соціальних мереж, урахування сильних та слабких зв'язків та оцінки економічних витрат на захист персональної інформації у соціальних мережах.

ДЖЕРЕЛА

1. Лукова-Чуйко Н.В., Толюпа С.В., Погасій С.С., Лаптева Т.О., Лаптев С.О. Удосконалення моделі захисту інформації в соціальних мережах. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. К.: ВІКНУ, Вип. 73, 2021. С. 88 – 103. DOI: <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2021/73>
2. Inna Kal'chuka, Serhii Laptiev, Tetiana Laptieva. Analysis of Data Transmission using one modified neural networks. International Journal Artificial Intelligent and Informatics. Vol.3, No.2, December 2021, pp. 73–79. ISSN 2622-626X. <https://doi.org/10.33292/ijarlit.v3i2.49>
3. Serhii Laptiev. Удосконалений метод захисту персональних даних від атак за допомогою алгоритмів соціальної інженерії. Електронне фахове наукове видання "Кібербезпека: освіта, наука, техніка", 4(16), 2022. С. 45–62. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.16.4562>.



СЕРГІЙ ЛАПТЄВ здобув ступінь магістра. Нині — аспірант Київського національного університету імені Тараса Шевченка, факультет інформаційних технологій, кафедра кібербезпеки та захисту інформації. Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю безпеки, комплексні системи захисту інформації.

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ ДЕРЖАВИ

Тетяна Лаптева

PhD-Аспірантка, кафедра кібербезпеки та захисту інформації, Факультет інформаційних технологій, Київський національний університет Імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-5223-9078
E-mail: tetiana1986@ukr.net

***Анотація.** В результаті наукових досліджень розглянуто актуальне питання необхідності виявлення неправдивої інформації у інформаційному просторі Держави. Розглянута основна складова яка відрізняє захист інформації від інформаційної безпеки Держави. Зроблені первинні кроки у розробки напрямків удосконалення методів виявлення неправдивої інформації.*

Ключові слова: неправдива інформація, інформаційна безпека, алгоритм, прогнозування, метод, інформаційні технології

I. ВСТУП

Порівняно нещодавно настала нова ера розвитку обміну інформацією, яка характеризується інтенсивним впровадженням сучасних інформаційних технологій та широким розповсюдженням локальних, корпоративних та глобальних мереж у всіх сферах життя цивілізованої держави. Інформаційна сфера сьогодні стала базовою для розвитку всіх інших: економічної, політичної, військової, дипломатичної тощо. В інформаційній сфері України відбуваються різні події та явища, вивчати та аналізувати які життєво необхідно для будь-якого суб'єкта чи бізнес структурам, чи державним. Багаторічний досвід роботи в умовах конкурентної боротьби як на внутрішньому ринку, так і на міжнародній арені показав, що для досягнення успіху недостатньо мати фінансові та виробничі ресурси, хороші фахівці та грамотні виконавці. Необхідно мати точну та дуже різноманітну інформацію про конкурентів або противників, їх сильні та слабкі сторони, можливості та перспективи на найближче та віддалене майбутнє. Грамотне ведення будь-яких справ завжди вимагає точного знання про наміри і поведінку постійних і особливо нових партнерів, а також про конкурентів і противників, що передбачає систематичний збір та добування інформації як про їхню поточну діяльність, так і плани, і наміри. На жаль, не завжди очевидно, хто саме є провідним конкурентом чи супротивником. Це викликає необхідність створення підрозділу, який би займався інформаційно-аналітичною роботою, тобто мережею діяльністю поза рамками фірми. Саме така діяльність дозволяє своєчасно виявляти загрози інтересам фірми, її власності та персоналу. Достовірні знання про реальні загрози створюють необхідні передумови організації протидії можливному завданню шкоди.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Інтереси суспільства полягають у забезпеченні інтересів особистості, закріпленні демократії, досягненні та підтримці суспільної згоди та духовного розвитку.

Інтереси держави – у створенні умов для динамічного розвитку національної інформаційної інфраструктури, забезпеченні конституційних прав людини та громадянина на одержанні та використанні інформації з метою підтримки конституційного ладу, суверенітету та територіальної цілісності України, політичної, економічної та соціально

стабільності, гарантованого забезпечення законності та правопорядку, розвитку рівноправного та взаємовигідного співробітництва, забезпечення інформаційної безпеки.

Завдання інформаційно-аналітичної діяльності у будь-якій сфері діяльності полягає у запобіжному виявленні джерел зовнішніх та внутрішніх загроз безпеці фірми чи держави, що максимально знижує невизначеність стратегічного ризику.

При цьому не слід забувати, що основним принципом інформаційно-аналітичної діяльності є поділ понять: дані (відомості), інформація та знання.

Розуміння цієї різниці допомагає процес прийняття рішень зробити ефективнішим. Відмінність полягає в наступному.

Дані ґрунтуються на фактах. Це може бути статистика, уривки інформації про персоналії, суб'єктів господарювання, тобто, про все, що представляє оперативний інтерес. Ніхто не може приймати правильне рішення, виходячи лише з цих даних, незалежно від того, наскільки вони точні чи великі.

Інформація навпаки являє собою певну сукупність даних, які були відібрані, оброблені та проаналізовані, після чого їх можна використовувати для подальших дій з урахуванням світових циклів.

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень виявлено, що все більше і більше фахівців переконані, що зараз видобування даних і термінологія, пов'язана з цим, не відображає весь спектр завдань, що вирішуються системою інформаційно-аналітичного забезпечення. Швидше за все, у найближчому майбутньому ця функція менеджменту розглядатиметься як забезпечення комплексного управління ризиками. Але, на жаль, до масового розуміння цих проблем і перспектив, що відкриваються, дуже далеко. Як свідчить міжнародна практика, зазначені завдання по виявленню неправдивої інформації потрібно вирішувати спільно державі та бізнесу. Проведене дослідження довело необхідність розробки нових та удосконалення існуючих методів виявлення та блокування неправдивої інформації, що забезпечить ефективну інформаційну безпеку Держави.

ДЖЕРЕЛА

1. Тетяна Лаптева. Алгоритм визначення міри існування недостовірної інформації в умовах інформаційного протиборства. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 2 (14), 2021, с. 15-25. DOI 10.28925/2663-4023.2021.14.1525, ISSN 2663-4023.
2. Наталія Лукова-Чуйко, Тетяна Лаптева. Удосконалення методу виявлення неправдивої інформації за допомогою байєсовського класифікатора. Безпека інформації. НАУ. Том 28 № 3 (2022): Безпека інформації, 2022, стр.119-126.
3. Т.О. Лаптева. Спрощений алгоритм аналізу розповсюдження недостовірної інформації в умовах інформаційного протиборства. Науково-технічна конференція молодих вчених «Актуальні проблеми інформаційних технологій» (АРІТ-2021)19-20 жовтня 2021р. Київ. С.56–58.



ТЕТЯНА ЛАПТЕВА. Аспірантка. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Факультет інформаційних технологій. Кафедра кібербезпеки та захисту інформації

Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю безпеки, комплексні системи захисту інформації, виявлення неправдивої інформації, інформаційна безпека Держави

СПЕЦИФІКА ПОДАННЯ ЗНАНЬ ЗАСОБАМИ SEMANTIC MEDIAWIKI

Юлія Рогушина

Інститут програмних систем НАН України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-7958-2557

E-mail: ladamandraka2010@gmail.com

***Анотація.** Розглядається специфіка подання знань у семантичному розширенні вікітехнології Semantic MediaWiki, що застосовує семантичні властивості та семантичні запити. Аналізуються можливості представлення типових інформаційних об'єктів за допомогою семантизованих Wiki-шаблонів, їх відмінності від інших засобів подання знань та особливості практичної реалізації для ресурсів великого обсягу та складної структури, що стосуються підтримки пошуку та навігації у ресурсі на рівні змісту. Наводяться рекомендації щодо перетворення традиційних Wiki-ресурсів на семантичні.*

Ключові слова: Wiki-ресурс, семантичні властивості, Wiki-шаблони, семантичний пошук.

I. ВСТУП

Сьогодні один з перспективних напрямків створення семантичних інформаційних ресурсів з відкритими даними базується на вікітехнологіях та їх різноманітних семантичних розширеннях. Важливим аспектом таких ресурсів є можливість їх інтеграції з іншими інформаційними ресурсами Web та підтримка обміну інформацією із застосування загальноживаних стандартів формалізації знань, що розроблені в рамках проекту з інтелектуалізації Web-середовища Semantic Web [1]. Найбільш відомі приклади застосування вікітехнологій – це Вікіпедія, а також Wikibooks, Wiktionary та Wikidata. Всі ці портали базуються на відкритому програмному забезпеченні MediaWiki, хоча їх аналітична складова досить обмежена через відсутність семантичних моделей. Зараз існує велика кількість семантичних розширень цієї технології, одним з яких є Semantic MediaWiki (SMW) [2].

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

У SMW використовуються такі додаткові елементи розмітки, як *семантичні властивості* (для створення даних) та *семантичні запити* (для використання даних). Семантичні властивості забезпечують прив'язування даних до Вікі-сторінок. Кожна властивість має тип, назву і значення, крім того, їй відповідає окрема Вікі-сторінка в спеціальному просторі імен, що дозволяє задавати тип властивості, визначати його положення в ієрархії властивостей, а також документувати його використання. Семантичні запити використовують в умовах не тільки назви категорій сторінок, але й значення семантичних властивостей. Мова семантичних запитів має досить обмежену виразність, але дозволяє порівнювати ці значення як з вказаними константами, так і з сервісними змінними (такими, як поточна дата або ім'я поточної сторінки). З використанням запитів контент Wiki-ресурсу стає доступним не тільки для читання людиною, але і для автоматичної машинної обробки. Семантична розмітка тексту Wiki-сторінок забезпечує таку обробку, і тому семантичні властивості і категорії, що входять до складу Wiki-статті, часто називають "семантичними анотаціями".

Переваги використання SMW: 1. зручність введення структурованої інформації за допомогою семантичних шаблонів та форм; 2. інтеграція інформації у різноманітних формах подання, що генеруються за результатами семантичних запитів; 3. можливість повторного використання інформації в інших застосунках. SMW дозволяє явно пов'язувати посиланням або фрагменти контенту з поняттями, що використовуються як теги семантичної розмітки, і надалі ці поняття використовуються як імена відповідних семантичних властивостей сторінки. Модель подання знань в SMW близька до онтологічної, хоча й має певні обмеження, і для більшості елементів можна встановити взаємно-однозначні відповідності з певними підкласами онтологій [3].

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Поширене твердження щодо того, що використання Wiki-технологій та їх семантичного розширення не потребує від користувачів додаткових знань інформаційних технологій від користувачів, насправді не повністю відповідає дійсності.

Насправді ми маємо наступну ситуацію: пересічні користувачі Wiki-ресурсу, що є спеціалістами з певної предметної області або операторами, що вводять кимось надані матеріали, можуть не мати глибоких знань мови розмітки Wiki, програмування шаблонів та мови семантичних запитів. Але, по-перше, вони повинні знати основи Wiki-розмітки (та семантичної Wiki-розмітки, якщо ресурс семантифіковано) та правила виклику шаблонів (загальні для Wiki), їх призначення та те, як саме потрібно описувати їх параметри (специфічні для конкретних шаблонів). По-друге, виконання таких операцій користувачами передбачає, що ще до початку роботи таких користувачів інженери зі знань мають: 1. згенерувати структуру бази знань ресурсу – виявити основні інформаційні об'єкти, що обробляються, визначити їх властивості та припустимі відношення між ними; 2. формалізувати ці знання засобами Wiki та семантичних розширень, тобто створити набір категорій, семантичних властивостей, шаблонів та запитів; 3. описати створені елементи таким чином, щоб інші користувачі мали можливість коректно та пертинентно їх використовувати (інструкції, приклади використання тощо); 4. регулярно перевіряти роботу користувачів та операторів, виправляти їх помилки, вдосконалювати інструкції та шаблони. Тому користувачі мають взаємодіяти з розробниками бази знань та, як мінімум, знати імена шаблонів та семантичних властивостей, що можуть використовуватися у ресурсі, та задавати питання, якщо щось незрозуміло або припускає неоднозначну інтерпретацію. З цієї точки зору відносна простота створення Wiki-ресурсу полягає в тому, що інженерам зі знань досить просто виявляти та виправляти типові помилки операторів – легше, ніж вручну будувати семантичну розмітку кожної Wiki-сторінки. По-третє, для того, щоб користувачі мали можливість вносити пропозиції щодо потреб у нових шаблонах та у модернізації існуючих, потрібно, щоб вони уявляли хоча б у цілому призначення, можливості та обмеження таких шаблонів, а також відрізняли їх від звичайних елементів форматування.

Важливою особливістю використання шаблонів у Wiki є відносно проста – для користувачів – можливість переходу від традиційних шаблонів до семантичних. При цьому інформація, що вводиться на сторінках для виклику шаблону, практично не змінюється, але принципово змінюється сам вміст шаблону – той код, що знаходиться на його сторінці. Але те, що параметри шаблону стають доступними для обробки та аналізу з інших Wiki-сторінок, не впливає на його візуалізацію. Таким чином, якщо певний Wiki-ресурс розроблявся як несемантичний, але із застосуванням коректно побудованих шаблонів, то його семантизація потребує тільки зусиль інженеру зі знань, а раніше створені гасла практично не потребують додаткового редагування. Це робить процес семантизації значно простішим та ефективнішим. Наприклад, цей підхід зараз використовується для семантизації Української електронної енциклопедії освіти (УЕЕО) (eduglos.iitta.gov.ua) [4]. Цей інформаційний ресурс

покликаний забезпечити користувачів релевантними й актуальними відомостями в галузі освіти й психології. Особливістю семантичного розширення SMW є те, що параметри шаблонів обробляються не як локальні змінні усередині самого шаблону, а як глобальні змінні, доступ до яких отримують і інші сторінки. Саме ця можливість значно спрощує побудову семантичної розмітки Wiki-ресурсу та є основою для виконання семантичних запитів, в яких умовами є не тільки категорії сторінок, а й значення їх властивостей. Також важливо враховувати, що, якщо певна Wiki-сторінка містить кілька різних значень для кількох семантичних значень, то при цьому не встановлюються зв'язки між окремими об'єктами, що описуються групами семантичних властивостей.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Семантичні властивості та запити дозволяють значно розширити можливості Wiki-шаблонів. По-перше, шаблони можуть застосовуватися як інструмент, що значно спрощує введення елементів семантичної розмітки – параметри шаблонів обробляються як семантичні властивості, а призначені їм підчас виклику шаблону значення – як значення відповідних семантичних властивостей поточної сторінки. При цьому ці властивості та їх значення стають доступними й для інших Wiki-сторінок і можуть оброблятися у відповідних семантичних запитах. При цьому важливо розуміти кілька принципових особливостей Wiki-шаблонів. По-перше, Wiki-шаблони значно ближчі змістовно до традиційних для програмування функцій, ніж до текстових чи графічних шаблонів (приміром, шаблонів Ворд): під час виклику шаблону вхідна інформація передається лише через значення параметрів, а редагувати самі шаблони і замінити існуючий текст на інший неприпустимо; по-друге, кожен з параметрів шаблону може мати нуль, одне або кілька значень, і якщо такі ситуації відповідають правилам домену, то необхідно явно вводити до шаблону перевірку на наявність непорожнього значення, а у випадку, якщо параметр може мати кілька можливих значень, потрібно визначити, який саме роздільник між значеннями використовується у виклику шаблону, перевірити, щоб обраний символ був неприпустимий у можливих значеннях, та передбачити можливість обробки та виведення кількох значень (в такому випадку кожне значення буде оброблятися окремо, а не як сукупність кількох значень).

ДЖЕРЕЛА

1. Hitzler P. (2021). A review of the semantic web field. *Commun. of the ACM*, 64(2), 76-83.
2. Рогушина Ю. В. (2023) Розробка інтелектуальних інформаційно-аналітичних вебпорталів на основі семантичних вікітехнологій: проблеми та перспективи // *Проблеми програмування*, №3. С. 66-80.
3. Rogushina J., Grishanova I. (2022) Semantic Information Resources with a Complex Structure: Knowledge Representation, Scaling and Search Problems. *Scientific and Practical Programming – UkrPROG-2022*, CEUR Vol-3501, pp.158-171. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3501/s15.pdf>.
4. Pinchuk O. P., Luparenko L. A. (2023), Web-oriented encyclopedic edition as a tool for dissemination of verified knowledge in the field of education. *Educational Technology Quarterly*, Iss. 2, pp. 141-156. <https://doi.org/10.55056/etq.582>.



ЮЛІЯ РОГУШИНА отримала ступінь кандидата фіз.-мат.наук у 1995 році. Нині працює в Інституті програмних систем НАН України на посаді с.н.с. Авторка приймала участь у розробці порталу Великої української енциклопедії. Сфера наукових інтересів — онтологічний аналіз, семантичних пошук, семантичні Wiki-технології, аналіз компетенцій. Результати досліджень відображено у монографіях «Семантичний пошук у Web на основі онтологій: розробка моделей, засобів і методів», «Онтологічний аналіз у Web», «Агентні технології», «Семантичні технології: принципи та практики».

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТАНДАРТУ ІЕС 61850 В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Богдан Самков¹, Валерій Зварич²

¹Аспірант Інституту електродинаміки НАН України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-0080-1978

E-mail: bsworknbusiness@gmail.com

²Провідний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1271-4954

E-mail: zvaritch@gmail.com

***Анотація.** Стаття розглядає використання стандарту Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС) 61850 у контексті діагностування електротехнічного обладнання. Розглядаються ключові аспекти впровадження цього стандарту для ефективної діагностики та моніторингу стану електричних систем. Здійснюється аналіз особливостей використання ІЕС 61850 в завданнях виявлення та аналізу несправностей, зокрема з урахуванням забезпечення стандартизованого обміну даними та використання протоколу *Sampled Values* для точних вимірювань параметрів системи. Розглядаються переваги та виклики використання стандарту в контексті діагностування, а також можливі шляхи оптимізації процесів моніторингу та попередження можливих відмов. Висвітлюються актуальні дослідження та практичні випробування, які допомагають зрозуміти ефективність та перспективи використання стандарту ІЕС 61850 у сфері діагностики електротехнічного обладнання.*

Ключові слова: МЕК 61850, Інститут електродинаміки НАН України, багаторівневі системи моніторингу та діагностики електротехнічного обладнання.

I. ВСТУП

У теперішніх повоєнних умовах якість і надійність електропостачання споживачів різного призначення в цілому відзначається їх нормативно-правовим забезпеченням з врахуванням діючих міжнародних зобов'язань України і вимог європейського законодавства в такій важливій стратегічній галузі як електроенергетика. При цьому процес адаптації вітчизняної електроенергетики по стандартам країн Євросоюзу є дуже складною задачею у зв'язку з її особливістю, одна з яких обумовлена необхідністю забезпечення надійного функціонування всієї системи енергокомплексу України та країн Євросоюзу при дотриманні всіх параметрів електроенергії на нормованих міжнародними стандартами рівнях.

Одна з таких моделей була розроблена для систем зв'язку, передачі даних з метою вимірювання моніторингу в різних галузях економіки як стандарт МЕК 61850 (Системи та мережі зв'язку підстанцій). В цьому дослідженні розглядаються системи зв'язку нового покоління, надається загальний огляд протоколу, а також його відповідність вимогам сучасності.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Стандарт МЕК 61850 застосовується для системи зв'язку підстанції. Хоча спочатку стандарт МЕК 61850 розроблявся для застосування всередині підстанції, даний час ведуться дискусії про визначення стандарту МЕК 61850 як головного протоколу зв'язку між підстанціями (вже є кілька випадків застосування). В 90-х роках минулого століття в енергетиці виникла проблема використання аналогових та цифрових приладів в одні і ті ж системах моніторингу та діагностики електротехнічного обладнання, що і створило передумови створення стандарту МЕК 61850.

Крім того, відомі випадки застосування різних компонентів стандарту МЕК 61850 для глобальної системи зв'язку між підстанціями. Зокрема компанія Nokia використовує і розвиває цей стандарт в задачах розробки систем споживач-енергосервісна компанія.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

В Інституті електродинаміки НАН України проводиться дослідження щодо створення багаторівневих систем моніторингу та діагностики електротехнічного обладнання [1–2]. Такі системи є гнучкими і дозволяють замовнику побудувати ефективну систему моніторингу а в деяких випадків і систему діагностики електротехнічного обладнання. Стандарт МЕК 61850 доцільно використати на нижніх рівнях ієрархії таких багаторівневих систем. Стандартом МЕК 61850 пропонується використання трьох протоколів передачі даних:

Протокол MMS (Manufacturing Message Specification). Протокол GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event). Протокол SV (Sampled Values)

Протокол Sampled Values визначає стандартизований спосіб передачі вимірювань аналогових значень в реальному часі. Це особливо важливо в системах з високою вимогливістю до точності та швидкодії, таких як захист та керування електроенергетичних мереж. SV дозволяє передавати дані про напругу, струм та інші важливі параметри в реальному часі, забезпечуючи необхідну точність і відмінну синхронізацію.

MMS використовується для передачі даних від терміналів РЗА в SCADA систему для подальшої візуалізації, а GOOSE – для обміну даними між терміналами. Важливою особливістю протоколів є гарантована доставка повідомлень, а швидкість передачі даних у MMS та GOOSE вища, ніж у інших протоколів передачі даних, наприклад, Modbus. Взаємозамінність окремих компонентів системи досягається за рахунок стандартизації протоколів передачі даних, а також за рахунок жорстких вимог щодо сумісності обладнання.

Сервіси та протокол MMS працюють на повній моделі OSI поверх стека TCP, за рахунок чого передача даних по цьому протоколу здійснюється з відносно великими тимчасовими затримками, тому використання протоколу MMS дозволяє вирішувати завдання передачі даних, для яких не критична затримка. Наприклад, цей протокол може використовуватися для передачі команд телеуправління, збору даних телевимірювань та телесигналізації, а також для надсилання звітів та журналів з віддалених пристроїв.

За рахунок того, що дані протоколи GOOSE призначаються безпосередньо в кадр Ethernet, минаючи модель OSI і в обхід стека TCP, передача даних в ньому здійснюється з меншими затримками, порівняно з MMS. Завдяки цьому GOOSE може використовуватись для передачі команд відключення вимикача від захисту та аналогічних швидких сигналів систему зв'язку. У багаторівневих системах моніторингу електротехнічного обладнання доцільно використати протокол SV, оскільки він використовує багатоадресовий спосіб розсилки. Така модель використовується, коли по мережі необхідно передати декільком користувачам одну і ту ж інформацію та не переважувати канали зв'язку.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Застосування цих протоколів у відповідних сценаріях МЕК 61850 сприяє покращенню ефективності та безпеки енергетичних систем, забезпечуючи їхню стандартизацію та сучасні можливості взаємодії між пристроями. Протокол Sampled Values грає ключову роль у забезпеченні високочастотного та точного обміну даними в електроенергетичних системах, де важлива реакція на події та точність вимірювань для забезпечення надійності та безпеки системи. Стандарт МЕК 61850 відповідає на більшість питань, які виникають у зв'язку з цифровими перетвореннями, а саме, стандартизація імен даних, створення повного набору служб, реалізація стандартних протоколів і технічних засобів, і визначення шини процесу. Стандарт відображає функціональну сумісність обладнання від різних виробників з встановленими процесами сертифікації на відповідність. Обговорюється можливість використання стандарту МЕК 61850 в якості протоколу зв'язку підстанції з центром управління.

ПОДЯКИ

Матеріали підготовлено в рамках виконання державних науково-дослідних робіт «Діагностика ЕМ-3», державний реєстраційний номер 0120U002002, та «Агрегат-3», державний реєстраційний номер 0120U000840.

ДЖЕРЕЛА

1. Babak V. P., Babak S. V., Myslovych M. V., Zaporozhets A. O., Zvaritch V. M. (2020). Methods and Models for Information Data Analysis. In: *Diagnostic Systems For Energy Equipments. Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 281. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44443-3_2
2. Zvaritch V., Myslovych M., Gyzhko Y. (2021) Application of Linear Random Processes to Construction of Diagnostic System for Power Engineering Equipment. In: Dolgui A., Bernard A., Lemoine D., von Cieminski G., Romero D. (eds) *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems. APMS 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 630. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_67



БОГДАН САМКОВ отримав ступінь бакалавра комп'ютерних наук у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 2019 році та ступінь магістра комп'ютерних наук у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 2021. Нині автор працює над здобуттям ступеня PhD з комп'ютерних наук в Інституті електродинаміки НАН України. Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та контролю, методи прогнозування та аналіз часових рядів.



ВАЛЕРІЙ ЗВАРИЧ закінчив радіотехнічний факультет Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 1982 році та кваліфікацію радіоінженера. З цього ж року працює в Інституті електродинаміки НАН України. В 1991 році захистив кандидатську дисертацію а в 2013 році докторську дисертацію за спеціальністю «Комп'ютерні системи та компоненти». Серед наукових інтересів — системи комп'ютерного моніторингу та діагностики електротехнічного обладнання, методи аналізу інформаційних сигналів з використанням статистичного підходу, прикладна математика, випадкові процеси.

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРАВА ЛЮДИНИ В ЕПОХУ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Анжеліка Стахова

Доцент, кафедра системного аналізу та інформаційних технологій, Маріупольський державний університет, Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5171-6330

E-mail: a.stakhova@mdu.in.ua

***Анотація.** Ця робота зосереджена на аналізі впливу цифровізації на права людини в сучасному світі. Вона досліджує, як розвиток новітніх технологій сприяє порушенню основних прав і свобод, зокрема через навмисні та ненавмисні витoki даних, цифрове спостереження та дискримінацію. Окрім того, розглядаються проблеми, пов'язані з кібербезпекою та розповсюдженням дезінформації. Робота наголошує на необхідності розробки ефективних механізмів захисту прав людини у цифрову епоху.*

Ключові слова: цифровізація, права людини, кібербезпека, дезінформація, цифрове спостереження.

I. ВСТУП

У сучасному світі, надзвичайно швидкий розвиток нових цифрових технологій ставить перед суспільством не лише можливості, а й серйозні виклики. З появою цифрового простору виникають нові загрози для прав людини, які потребують глибокого аналізу та розуміння. Цифровізація впливає на основоположні права людини, зокрема на приватність, свободу слова, доступ до інформації, і може призвести до дискримінації та посилення соціальної нерівності. Метою даної роботи є визначення основних загроз для прав людини, пов'язаних з цифровізацією, а також розгляд конкретних викликів, які виникають у цифрову епоху. Задачами роботи є виявлення основних прав, які порушуються у цифрову епоху, аналіз наслідків цих порушень для особистості та розробка можливих шляхів захисту цих прав. Однією з ключових проблем цифрової ери є високі ризики порушення прав людини в Інтернеті, зокрема, зміна підходів до реалізації цих прав [1, 2]. Цифрові технології відкривають широкі можливості для втручання у приватне життя через моніторинг [3] та використання цифрових слідів для встановлення географічного розташування користувачів [4]. Пандемія COVID-19 посилила збір великих обсягів персональних даних, що порушує питання про межі такого втручання у приватне життя [4]. Крім того, аналіз зібраних даних може використовуватися для прогнозування поведінки людей та їхнього поділу на категорії, що створює ризики для певних груп населення, зокрема через алгоритмічну упередженість [5]. Ця робота має на меті не лише ідентифікувати та проаналізувати вказані виклики, але й запропонувати рекомендації щодо зміцнення захисту прав людини в умовах всеосяжної цифровізації.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

В дослідженні цієї роботи був застосований комплексний методологічний підхід, який об'єднує кілька ключових стратегій для забезпечення глибини аналізу та об'єктивності висновків. На першому етапі роботи основну увагу було приділено ретельному огляду

наукової літератури, що дозволило визначити актуальний стан проблематики цифровізації та її впливу на права людини, а також зібрати теоретичну базу для подальшого аналізу. Паралельно з аналізом літератури, проводився детальний розгляд нормативно-правових актів, які встановлюють міжнародні та національні рамки захисту прав людини в контексті цифрової епохи. Це дозволило оцінити ефективність існуючих механізмів правового регулювання та виявити потенційні прогалини в законодавстві.

Важливою частиною роботи стало вивчення конкретних кейсів, які ілюструють реальні ситуації порушення прав людини через використання цифрових технологій. Аналіз цих прикладів допоміг краще зрозуміти масштаби та специфіку викликів, з якими стикається сучасне суспільство у цифрову епоху. Для обробки та аналізу зібраних даних були застосовані методи кількісного та якісного аналізу. Це дало можливість не тільки систематизувати отриману інформацію, але й провести глибинний аналіз тенденцій, визначити ключові проблеми та виклики, пов'язані з цифровізацією та правами людини.

Завершальним етапом методологічної частини став критичний аналіз отриманих результатів, який дозволив виявити прогалини в досліджуваній області та сформулювати рекомендації щодо їх подолання. Такий підхід забезпечив всебічне та об'єктивне дослідження проблеми, враховуючи як теоретичні, так і практичні аспекти цифровізації та її впливу на права людини.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

У результаті проведеного дослідження було виявлено, що цифровізація має значний вплив на права людини, при цьому вплив цей має як позитивні, так і негативні аспекти [4, 5]. Основні результати аналізу демонструють, що наявність цифрових технологій значно розширює можливості для забезпечення доступу до інформації, освіти та зв'язку. Водночас зростаюча цифровізація несе в собі нові ризики та виклики для захисту прав людини.

Однією з ключових проблем, виявлених у ході дослідження, є порушення права на приватність через несанкціонований збір, обробку та розповсюдження особистих даних. Цифрові технології, зокрема соціальні мережі та системи відеоспостереження, часто використовуються для здійснення масового спостереження без належного інформування та згоди користувачів. Аналіз наукових джерел та конкретних кейсів показав, що цифровізація також сприяє посиленню дискримінації та нерівності. Алгоритмічний відбір, який використовується в багатьох цифрових сервісах, може призводити до упередженого ставлення та утисків певних груп населення, особливо у випадках, коли алгоритми тренуються на історичних даних, які вже містять в собі дискримінаційні упередження.

Значні занепокоєння викликає також питання кібербезпеки. З розвитком цифрових технологій зростає кількість кібератак, які можуть завдати шкоди не тільки інформаційній інфраструктурі, але й особистому життю людей. Витоки персональних даних, фішингові атаки та інші види кіберзлочинів ставлять під загрозу конфіденційність і фінансову безпеку громадян.

Окрему увагу в роботі було приділено аналізу впливу пандемії COVID-19 на процеси цифровізації та її впливу на права людини. Пандемія прискорила перехід багатьох сфер життя в онлайн, що з одного боку допомогло підтримувати соціальну дистанцію та забезпечити продовження освітнього та робочого процесу, але з іншого - посилило вищевказані ризики, пов'язані з порушенням прав людини в цифровому просторі.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що для захисту прав людини в умовах зростаючої цифровізації необхідно розробити та впровадити комплексні заходи, які б включали правове регулювання, технологічні інновації для захисту даних, а також освітні програми для підвищення обізнаності громадян у сфері цифрової безпеки та прав людини.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Аналіз отриманих результатів підкреслює комплексний характер впливу цифровізації на права людини, де позитивні аспекти тісно переплітаються з негативними. Цифрові технології відкривають нові можливості для розвитку та самореалізації індивідів, одночасно створюючи безпрецедентні виклики для захисту основоположних прав і свобод. Однією з ключових умов ефективної цифровізації є забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних. Результати дослідження свідчать про необхідність розробки та вдосконалення законодавчих та технічних механізмів захисту інформації в цифровому просторі. Крім того, важливою є робота над підвищенням обізнаності користувачів щодо основ кібергігієни та безпечної поведінки в мережі Інтернет. Зіткнення з цифровою дискримінацією та посиленням нерівності вимагає від держави, громадськості та бізнесу спільних зусиль для розробки інклюзивних технологій та сервісів, доступних для всіх верств населення. Особлива увага має бути приділена забезпеченню рівного доступу до цифрових ресурсів для людей з обмеженими можливостями, мешканців віддалених регіонів та представників маргіналізованих груп. Пандемія COVID-19 продемонструвала, як швидке впровадження цифрових рішень може сприяти подоланню кризових явищ, але й водночас виявило існуючі прогалини в захисті прав людини в цифровому просторі. Тому важливим аспектом є розробка гнучких механізмів реагування на кризи, які б враховували не тільки технологічний, але й правовий та етичний контексти.

Отже, успішна цифровізація, яка б сприяла сталому розвитку та повазі до прав людини, вимагає комплексного підходу. Такий підхід передбачає не тільки розвиток технологій, але й постійний моніторинг їх впливу на суспільство, а також адаптацію правових та нормативних рамок для відповіді на нові виклики. Співпраця між державою, приватним сектором, громадськістю та міжнародними організаціями може стати ключем до розвитку інклюзивного цифрового суспільства, в якому права та свободи кожного індивіда будуть захищені та поважені.

ДЖЕРЕЛА

1. Van der Sloot, B. (2015) 'Is the Human Rights Framework Still fit for the Big Data Era?', in *Data Protection on the Move*, vol. 15, pp. 411–436.
2. González, F.G. & Gutwirth, S. (2013) 'Opening up personal data protection: A conceptual controversy', *Computer Law & Security Review*, vol. 29, pp. 531–539.
3. United Nations High Commissioner for Human Rights, 2018. The right to privacy in the digital age, A/HRC/39/29, 3 August. Available at: <https://undocs.org/ru/A/HRC/39/29> (Accessed: 20.02.2024).
4. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights, 2019. Human rights in the digital age, 17 October. Available at: <https://www.ohchr.org/ru/2019/10/human-rights-digital-age?LangID=R&NewsID=25158> (Accessed: 20.02.2024).
5. UN Human Rights Council Advisory Committee, 2021. Possible impacts, opportunities and challenges of new and emerging digital technologies with regard to the promotion and protection of human rights: report of the Human Rights Council Advisory Committee. A/HRC/47/52. Available at: <https://digitallibrary.un.org/record/3929054?ln=ru> (Accessed: 20.02.2024).



АНЖЕЛІКА СТАХОВА працює на кафедрі системного аналізу та інформаційних технологій Маріупольського державного університету, (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — інформаційно-вимірювальні системи, контроль та прогнозування технічного стану, автоматизація систем управління та моніторингу.

ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВОЇ АКТИВНОСТІ В ОС "WINDOWS" З ВИКОРИСТАННЯМ ПОДІЙ БЕЗПЕКИ

Сергій Толюпа¹, Микита Меркулов²

¹Професор, кафедра кібербезпеки та захисту інформації, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-1919-9174

E-mail: serhii.toliupa@knu.ua

²Студент, кафедра кібербезпеки та захисту інформації, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-9517-6275

E-mail: nik_merk@knu.ua

***Анотація.** Вчасне виявлення шкідливої активності в ОС "Windows" є критично важливим в сучасному світі, адже потенційні наслідки кібератаки можуть бути катастрофічними. Одним із технічних засобів реалізації цього є події безпеки, у тому числі події таких категорій як 4698, 4688, тощо. Використовуючи поля таких подій можливо вчасно виявити зловмисників, тим самим зберігши конфіденційність, цілісність та доступність інформації в Windows.*

Ключові слова: події безпеки, виявлення шкідливої активності

I. ВСТУП

Журнали подій в Windows можливо охарактеризувати як записи системної активності, що містять в собі інформацію щодо дій різних компонентів операційної системи. Вони широко використовуються різними фахівцями, у тому числі спеціалістами з кібербезпеки для виявлення потенційно шкідливої активності.

II. ВИКОРИСТАННЯ ПОДІЙ БЕЗПЕКИ

У більшості випадків, для пошуку зловмисної активності використовуються події безпеки (Security log). Він містить в собі інформацію різноманітні події, починаючи від створення акаунту користувачем і закінчуючи подіями RPC. Кожна категорія подій має свій ідентифікаційний номер, наприклад, зміна імені акаунту має номер 4781. Також, кожна подія складається з "полів" – окремих елементів в структурі події, що надають певну інформацію відносно того, що відбулося. Розглянемо приклад події [1].

На Рисунку 1 можна побачити подію з ідентифікатором 4688 – створення нового процесу. Ми можемо побачити різні поля, в тому числі ідентифікатор нового процесу (New Process ID), ім'я нового процесу, що також включає в собі повний шлях до виконуваного файлу (New Process Name), ідентифікатор процесу що створює новий (Creator Process ID), тощо.

Слід зауважити, що поля можуть значно відрізнятися в залежності від категорії подій, наприклад, у той час як вищезазначена категорія 4688 має поле «Creator Process Name», подія 4608 (ОС "Windows" запускається) не має такого поля.

```
A new process has been created.

Creator Subject:
  Security ID:  SYSTEM
  Account Name:  RFSH$
  Account Domain:  LAB
  Logon ID:  0x3E7

Target Subject:
  Security ID:  LAB\rsmith
  Account Name:  rsmith
  Account Domain:  LAB
  Logon ID:  0x2C9D82

Process Information:
  New Process ID:  0x2e0e4
  New Process Name:  C:\Windows\System32\RuntimeBroker.exe
  Token Elevation Type:  %%1938
  Mandatory Label:  Mandatory Label\Medium Mandatory Level
  Creator Process ID:  0x268
  Creator Process Name:  C:\Windows\System32\svchost.exe
  Process Command Line:
```

Рисунок 1. Приклад події

Отже, розглянемо яким чином спеціалісти з кібербезпеки можуть використовувати події такого типу для пошуку зловмисної активності на прикладі де-кількох категорій подій:

1) Категорія подій 4625 (Не вдалося вийти в обліковий запис) може бути використана для пошуку спроб брут-форс атак проти облікових записів. Це можливо зробити, наприклад, відстежуючи абнормальну кількість згенерованих подій, як приклад це може бути більше 5 за хвилину. Особливу цінність має окреме поле в цих подіях, «Source Network Address» (Адреса, з якої ініціювалися спроби входу в обліковий запис), адже вона видає айпі адресу з якої і відбувалася атака.

2) Категорія подій 4698 (Заплановане завдання було створене). Зловмисники часто використовують заплановані завдання з метою закріпитися на скомпрометованому хості, відповідно для фахівців з безпеки критично важливо моніторити події такого типу. В події такого типу можуть бути цікаві такі поля, як Command (Команда), що буде виконуватися згідно запланованому завданню, або «Hidden» (Чи є заплановане завдання прихованим).

3) Категорія подій 4688 (Новий процес було створено). В подіях цієї категорії особливо цікавими є такі поля як «New Process Name» (Ім'я нового процесу), «Process Command Line» (Аргументи командної строки нового процесу), «Creator Process Name» (Ім'я створюючого процесу), та інші. Така інформація може використовуватися фахівцями для виявлення різних технік, що використовуються зловмисниками. Наприклад, виявлення аргументів командної строки що можуть використовуватися шкідливими утілітами, запуск системних процесів з несистемних директорій, підозрілі командні аргументи відомих процесів, тощо.

4) Категорія подій 4657 (Значення в реєстрі було змінено). Події цієї категорії можливо використовувати для пошуку підозрілих змін в реєстрі, особливо важливими тут є такі поля як «Object Name» (Ім'я об'єкту), «Object Value Name» (Ім'я значення об'єкту), Process Name (Ім'я процесу), тощо. Прикладом використання подій цього типу може бути, наприклад, те що зловмисники часто використовують реєстр для закріплення на скомпрометованих кінцевих точках змінюючи такі ключі реєстру як Run, Runonce, UserInit, тощо. Моніторинг таких ключів вимагає попереднього фільтрування, адже вони можуть бути використані звичайним програмним забезпеченням.

5) Категорія подій 5145 (Об'єкт мережевого ресурсу був перевірений, щоб визначити, чи може клієнту бути надано бажаний доступ). В цих подіях можуть бути цікаві такі поля як Relative Target Name (Відносний шлях до файлу), Account Name (Ім'я акаунту), Access Mask (Маска доступу), Account Name (Ім'я акаунту). Такі події можуть бути використані, у тому числі, для виявлення автоматичні сканування мережевих ресурсів, наприклад, утіліта "Netscan", яка активно використовується зловмисниками, під час пошуку мережевих ресурсів з правами на запис генерує події з айді 5145, де поле Relative Target Name містить "delete.me".

III. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

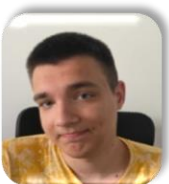
Вчасне виявлення зловмисної активності в операційних системах "Windows" є надзвичайно важливим, адже наслідки успішної кібератаки можуть бути руйнівними. Одним із інструментів, що можуть допомогти в цьому фахівцям з кібербезпеки, є події безпеки, які надають розгорнуту інформацію щодо різних активностей в операційній системі.

ДЖЕРЕЛА

1. Ultimate IT Security. Windows Security Log Event ID 4688. [Режим доступу] - <https://www.ultimatewindowssecurity.com/securitylog/encyclopedia/event.aspx?eventID=4688>



СЕРГІЙ ТОЛЮПА – Доктор технічних наук, професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації. Закінчив Київське вище інженерне радіотехнічне училище ППО ім. маршала авіації О.І. Покришкіна (КВІРТУ ППО). Автоматизовані системи управління. Інженер радіоелектроніки. Має більше 300 наукових праць, серед яких 8 монографій, 24 навчальних посібники, 143 статті у фахових виданнях України, публікацій в іноземних виданнях – 14, 157 тез доповідей на конференціях, публікацій в Scopus 14. Індекс Гірша у Google Scholar – 7. Сфера наукових інтересів - управління мережами на основі інтелектуальних технологій, інформаційні технології, кібербезпека.



МИКИТА МЕРКУЛОВ – отримав ступінь бакалавра кібербезпеки у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (Київ, Україна) у 2022 році. Нині студент магістратури за спеціальністю "Кібербезпека" у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

ІНТЕГРАЦІЙНЕ ТЕСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Наталія Шибицька¹, Оксана Кочеткова²

¹Доцент, кафедра інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5607-0081

E-mail: shibnatnik@ukr.net

²Асистент, кафедра комп'ютеризованих систем захисту інформації, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ORCID: 0009-0007-4854-3804

E-mail: kochetkova@nau.edu.ua

***Анотація.** Актуальність тематики пов'язано зі зростанням кількості потенційних негативних наслідків помилок програмних продуктів критичного призначення. Постійно зростаючі вимоги до функціональності та складності програмного забезпечення вимагають вдосконалення механізмів тестування. В роботі розглянуто основні типи та методи організації інтеграційного тестування для перевірки взаємодії між різними модулями та компонентами програмного забезпечення з метою виявлення проблем його якості на різних стадіях життєвого циклу.*

Ключові слова: програмне забезпечення, якість програмних продуктів, інтеграційне тестування.

I. ВСТУП

Стрімкий розвиток програмної індустрії у світі обумовлює також більш жорсткі вимоги до якості програмних продуктів (ПП). Забезпечення якості програмного забезпечення (ПЗ) включає в себе дії, котрі проводяться на стадії розробки його коду з метою надання гарантії того, що продукт відповідає функціональним та не функціональним вимогам до ПЗ[1, 3]. В процесі життєвого циклу розробки ПЗ автоматичне тестування виступає не лише як інструмент контролю якості, але й як фундаментальний елемент, що забезпечує стабільність, надійність та ефективність ПП. Постійно зростаючі вимоги до функціональності та складності ПЗ вимагають вдосконалення механізмів автоматичного тестування.

Як відомо, більшість сучасних програмних систем складаються з численних модулів та компонентів, інтеграція яких вимагає ретельного та точного підходу. Ключовим елементом у процесі перевірки взаємодії між цими компонентами, виступає інтеграційне тестування, яке гарантує, що вони не просто працюють ізольовано, але й ефективно співпрацюють один з одним.

II. ДАНІ ТА МЕТОДИ

Важливість інтеграційного тестування ще більше зростає у світлі сучасних підходів до розробки програмного забезпечення, таких як Agile та DevOps, які прагнуть до максимальної гнучкості та ефективності процесів розробки, де швидкі ітерації та постійні оновлення є нормою. У такому середовищі, здатність швидко та точно інтегрувати нові функції, модулі або зміни є критичною. Автоматичне інтеграційне тестування дозволяє значно знизити час,

необхідний для перевірки інтеграції, тим самим забезпечуючи неперервність та швидкість розвитку продукту.

Інтеграційні тести виконуються з метою перевірки взаємодії між різними модулями або компонентами у ПЗ та допомагають виявити проблеми на ранніх етапах розробки, що є критично важливим для забезпечення загальної якості та надійності продукту[3].

Формальна модель у контексті інтеграційного тестування відноситься до математичних та логічних структур, які використовуються для представлення та аналізу ПЗ. Ці моделі дозволяють тестувальникам абстрагуватися від конкретних деталей реалізації та зосередитися на взаємодії між різними компонентами системи. Нижче описано декілька ключових аспектів формальних моделей:

- Теоретико-множинне представлення використовується для моделювання структури програмних систем, їх компонентів та взаємодій. Наприклад, кожен компонент може бути представлений як множина, а взаємодії між ними - як відношення між цими множинами. Це дозволяє точно описувати та аналізувати інтерфейси та залежності між різними частинами системи.

- Графи залежностей - це потужний інструмент для візуалізації та аналізу взаємодій між компонентами системи. Кожен вузол у графі представляє компонент, а ребра - залежності або взаємодії між ними. Це допомагає ідентифікувати потенційні проблеми в інтеграції, наприклад, циклічні залежності або вузькі місця.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ

Особливість інтеграційного тестування полягає в тому, що воно фокусується на перевірці взаємодії та інтеграції між різними компонентами системи, а не просто на індивідуальній функціональності кожного компонента. Це означає, що інтеграційне тестування часто виявляє проблеми, які не виявляються під час модульного тестування, такі як проблеми з інтерфейсами, проблеми сумісності даних або помилки в логіці взаємодії між модулями.

Іншою ключовою особливістю інтеграційного тестування є його здатність виявляти помилки, пов'язані зі структурою системи в цілому. Наприклад, це може включати тестування системних конфігурацій, інтеграції з зовнішніми системами або взаємодії з базами даних.

Існує декілька підходів до інтеграційного тестування [4]:

- Знизу вгору. Спочатку збираються і тестуються модулі найнижчих рівнів, а потім по зростанню до вершини ієрархії.

- Зверху вниз. Даний підхід передбачає рух з модулів високого рівня вниз. При цьому використовуються заглушки для тих модулів, які знаходяться нижче за рівнем, але включення яких до тесту ще не відбулося.

- Сандвіч-тестування — це стратегія, коли модулі верхнього рівня тестуються з модулями нижнього рівня, тоді як модулі нижнього рівня інтегруються з модулями верхнього рівня і тестуються як система. Це поєднання підходів називається гібридним інтеграційним тестуванням.

У мікросервісних архітектурах, де система розділена на багато незалежних сервісів, важливо забезпечити їх правильну взаємодію. Інтеграційні тести допомагають переконатися, що комунікація між сервісами відбувається належним чином. Тест може перевіряти запити користувачів на правильність обробки між сервісами автентифікації та даними користувача (наприклад, Рисунок 1).

```
import requests

def test_user_service_integration():
    # Спочатку створюємо нового користувача
    response = requests.post('http://user-auth-service/create', json={'username':
    assert response.status_code == 200

    # Перевіряємо, чи можна отримати дані користувача
    user_id = response.json()['user_id']
    response = requests.get(f'http://user-data-service/user/{user_id}')
    assert response.status_code == 200
    assert response.json()['username'] == 'testuser'
```

Рисунок 1. Обробка запиту користувачів

Переваги інтеграційного тестування полягають в наступному:

- Забезпечення сумісності інтерфейсів. Цей підхід гарантує, що різні модулі або компоненти складної системи можуть ефективно спілкуватися та взаємодіяти один з одним.
- Виявлення проблем інтеграції. Інтеграційне тестування допомагає виявити помилки, які можуть не бути очевидними на рівні юніт-тестування. Це особливо важливо у великих системах, де компоненти розробляються різними командами.
- Покращення надійності. Інтеграційне тестування підвищує надійність програмного забезпечення, при цьому його компоненти працюють як єдине ціле, що зменшує ризик виникнення проблем після запуску.
- Раннє виявлення та виправлення помилок. Такий підхід дозволяє значно знизити витрати та час, необхідний для їх виправлення у майбутньому.

Однак можна виділити деякі недоліки, які притаманні інтеграційному тестуванню, це:

1. Складність та витрати часу. Інтеграційне тестування може бути часомістким та складним у налаштуванні та виконанні, особливо для великих та складних систем.
2. Важкість локалізації помилок. При цьому може бути складно визначити, у якому саме компоненті вона виникла, особливо у великих системах з численними взаємодіями.
3. Ресурсоемність. Інтеграційні тести часто вимагають додаткових ресурсів, таких як сервери або спеціальне обладнання, що може призвести до збільшення витрат.
4. Проблеми з підтримкою та оновленням тестів. З часом тести можуть стати застарілими або несумісними з оновленнями ПЗ, що вимагає їх постійної підтримки та оновлення.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

Таким чином, основна цінність інтеграційного тестування полягає в дослідженні ПП, як єдиної системи, різні модулі якої ефективно взаємодіють один з одним. Використання інтеграційного тестування дозволяє підвищити якість кінцевого ПП, завдяки виявленню та виправленню помилок, які не є очевидними на рівні окремих модулів.

ДЖЕРЕЛА

1. Ушакова І. О. Підходи до забезпечення якості програмного забезпечення. Сучасні інформаційні технології і системи : монографія. Харків : «Стиліздат», 2021. С. 125–140.
2. «Інтеграційне тестування». URL: <https://qalight.ua/baza-znaniy/integratsijne-testuvannya/>.
3. Шибицька Н.М., Корнійчук І.С., Швайка С.С. Експертне оцінювання якості ІТ-проекту замовником / Scientific research in the modern world. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Toronto, Canada. 2022. Pp. 247-254.
4. “What is Integration Testing?” URL: <https://www.guru99.com/integration-testing.html>.



НАТАЛІЯ ШИБИЦЬКА отримала науковий ступінь кандидата технічних наук в 2000 році та вчене звання доцента кафедри «Комп'ютерно-інтегрованих комплексів» Національного авіаційного університету (Київ, Україна) в 2002 році. Нині авторка працює над здобуттям наукового ступеня доктора технічних наук в Національному авіаційному університеті, (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — інтелектуальні системи навчання та експертні методи оцінювання, нечітка математики та нейронні мережі.



ОКСАНА КОЧЕТКОВА отримала науковий ступінь кандидата технічних наук в 2008 році. Нині авторка працює над здобуттям вченого звання доцента в Національному авіаційному університеті, (Київ, Україна). Серед наукових інтересів — інтелектуальні системи керування, експертні методи оцінювання та нейронні мережі.

**Proceedings
of the 1st international scientific and practical conference
«Information Systems and Technology:
Results and Prospects»
(IST 2024),
March 6, 2024 – Kyiv
Faculty of Information Technologies
of Taras Shevchenko National University of Kyiv,
2024.**

**Матеріали
1-ї Міжнародної науково-практичної конференції
«Інформаційні системи та технології:
результати і перспективи»
(IST 2024),
6 березня 2024 р. – Київ
Факультет інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
2024 р.**

Myroslava Gladka is responsible for the release
Electronic edition

Відповідальна за випуск **Мирослава Гладка**
Електронне видання