

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Національна академія наук України
Південний науковий центр НАН і МОН України
Інститут української археографії та джерелознавства
ім. М.С. Грушевського НАН України
Державний архів Миколаївської області
ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»
Донецький національний медичний університет
Technical University of Moldova (Moldova)
Jan Dlugosz University in Czestochowa (Poland)
Adam Mickiewicz University (Poland)
Leipzig University of Applied Sciences (Germany)
Rzeszow University of Technology (Poland)
Ca` Foscari University (Italy)



ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2024:
стратегії країн Причорноморського регіону
в геополітичному просторі

XXI Міжнародна наукова конференція

ТЕЗИ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

20–23 червня 2024 р., м. Миколаїв, Україна

Миколаїв – 2024

Ольвійський форум – 2024 : стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі. Технічні науки та інженерія : XXI Міжнар. наук. конф. 20–23 черв. 2024 р., м. Миколаїв : тези / М-во освіти і науки України ; ЧНУ ім. Петра Могили ; Нац. акад. наук України ; Півд. наук. центр НАН і МОН України ; Ін-т укр. археографії та джерелознавства ім. М. С. Грушевського НАН України ; Держ. архів Миколаївської обл. ; ДУ «Нац. наук. центр радіаційної медицини НАМН України» ; Донецький нац. медичний ун-т ; Technical University of Moldova (Moldova) ; Jan Dlugosz University in Czestochowa (Poland) ; Adam Mickiewicz University (Poland) ; Leipzig University of Applied Sciences (Germany) ; Rzeszow University of Technology (Poland) ; Ca` Foscari University (Italy). – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2024. – 252 с.

Збірник містить тези доповідей учасників XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Ольвійського форуму-2024 : стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі. «Технічні науки та інженерія».

СЕКЦІЯ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

Підсекція: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

УДК 372.862

Скоройд М. Ю.,
викладач кафедри АКІТ,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

КЕРУВАННЯ ПРИВОДАМИ ЧЕРЕЗ СЕРВІСИ ІОТ

В наш час великої популярності набули дрони, які мають безліч використань, наприклад, для розмінування місцевості. Будь-який безпечний апарат, наприклад, такий як дрон, має бездротове керування, використовуючи різні частоти або мережі для керування. Одним із таких методів керування є передача інформації через мережу Wi-Fi, що дозволяє керувати пристроями віддалено, використовуючи для цього інтернет-зв'язок. Цей метод має назву Internet of Things (IoT) – це колективна мережа, яка збирає та передає інформацію з сенсорів та датчиків у хмарне середовище, через яке керує підключеними пристроями через мережу інтернет [1]. У зв'язку з цим метод використання сервісів IoT для керування приводами стає актуальною. У роботі [2] розглядались питання щодо керування групою сервоприводів через програмний продукт Matlab, через який також можна використовувати бездротовий зв'язок між програмою та елементами керування.

Метою дослідження поставлено розробити експериментальну модель для віддаленого керування групою приводів, використовуючи бездротову передачу даних.

Об'єктом дослідження є керування приводами через сервіси інтернету речей (IoT).

Предметом дослідження є розробка та створення наземного дрону, який буде керуватися через мережу Wi-Fi. Схема підключення компонентів представлена на рис. 1.

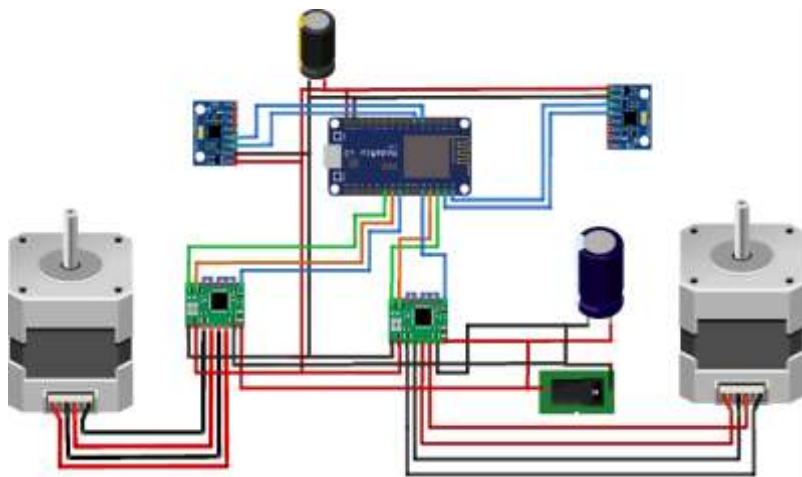


Рис.1. – Схема підключення компонентів

В якості підключення до сервісів IoT використовувався сервіс ioControl, за допомогою якого створюється сайт для зв'язку з платою розробки NodeMcu ESP8266. Для керування приводом використовуються такі компоненти як: два крокових двигунів Nema 17; два драйвери для керування двигуном A4988; плата розробки NodeMcu ESP8266 з вбудованим Wi-Fi модулем, також два модуля MPU-6050 акселерометру та гіроскопу, 10 μ F та 100 μ F конденсатори, роз'єм для живлення приладу або акумулятор.

Схема представлена на рис.1 і працює наступним чином: через панель керування інтернет-застосунку ioControl на смартфоні або персональному комп'ютері задаються параметри керування приводами, наприклад, повернутися вказаному кроковому двигуну на вказаний кут та напрямок. Після задання параметрів до плати NodeMcu ESP8266 поступають команди керування через Wi-Fi зв'язок між платою та застосунком ioControl. Тоді плата NodeMcu ESP8266 генерує сигнали керування приводом та передає їх відповідному драйверу для керування A4988. Драйвер A4988 вже генерує відповідну напругу 12 В на обмотці крокового двигуна відповідно заданому на нього сигналу керування, що призводить двигун до оберту. На валу крокового двигуна прикріплений датчик MPU-6050, який заміряє положення двигуна та виводить ці дані на панелі керування ioControl. Панель керування приводами представлено на рис. 2.



Рис.2. – Панель керування приводами

Отже, було розроблено панель керування двох приводів з відображенням їх положення в сервісі ioControl та схему керування наземним дроном на базі плати розробки NodeMcu ESP8266.

Список використаних джерел

1. Venkatesan, M. "IOTs Based Stepper Motor Control using ARDUINO." 2018 Research Journal of Science and Engineering Systems (ISSN 2581-3560) 3.3.
2. M. Trunov, M. Yu. Skoroid, Implementation of wireless mobile device drive control video systems in the MATLAB environment in the educational process, Measurement and Control in Complex System 2022. <https://doi.org/10.31649/mccs2022.10>

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розглянуто архітектурне рішення організації системи віддаленого моніторингу технологічного обладнання. Проаналізовано його переваги і недоліки різних архітектурних рішень, а також розглянуто основні апаратні компоненти на кожному рівні автоматизованої системи віддаленого моніторингу.

Розвиток систем інтернету речей, вимірювальних приладів з електронними компонентами, розгортання мережі інтернет на більших територіях відкривають можливості для полегшення процесу збору даних із технологічного обладнання. Більш швидкий і точний збір даних дозволяє швидше обробляти, аналізувати і розраховувати технологічні показники. Це дає змогу покращити систему зворотного зв'язку для автоматизованих систем керування на технічному рівні, що в свою чергу підвищує ефективність виробництва.

Класично архітектуру будь яку систему автоматизації технологічних процесів описує так звана «Піраміда АСК ТП» (рис.1).



Рис.1. – «Піраміда АСК ТП» [1]

АСУ ТП в загальному випадку має трирівневу архітектуру:

- 1) нижній (польовий) рівень;
- 2) контролери і панелі (аббревіатури: PLC, HMI);

3) комп'ютери, сервери для задач диспетчеризації, характерне використання SCADA [1].

У архітектурі віддаленого моніторингу між кожним рівнем класичної системи АСК ТП може бути встановлене мережеве обладнання. На польовому рівні можуть використовуватись сучасні сенсори з інтегрованими засобами комунікації такими як Wi-Fi, Lora, GSM. Проте не завжди є можливість використання сенсорів з інтегрованими засобами зв'язку, через їх можливу дорожнечу. У такому разі застосовують локальну систему збору даних із використанням програмованого логічного контролеру. Така система дозволяє використовувати більш прості або вже наявні сенсорні системи, підключати їх провідниками по місцю до ПЛК, і вже потім передавати дані з пам'яті ПЛК до систем збору даних через 1 канал зв'язку.

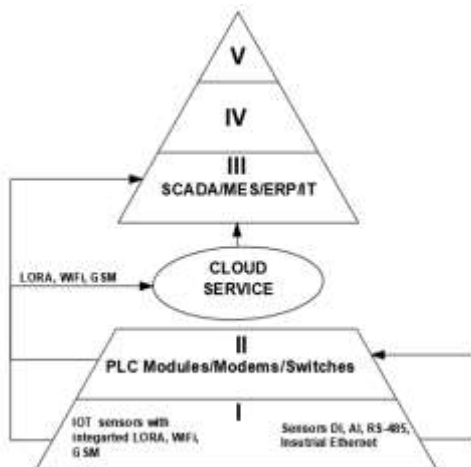


Рис.2. - Архітектура системи віддаленого моніторингу

Використання тієї або іншої комунікаційної технології пов'язано з виробничою можливістю або необхідністю, а також віддаленням технологічного обладнання від системи збору даних, якими можуть виступати SCADA, ERP, MES системи або інший відокремлений інформаційний сервіс. Так, найшвидшим безпроводним засобом зв'язку є Wi-Fi. Проте – це технологія локальної мережі, – передача даних на велику відстань супроводжується проблемами як вартості обладнання (потужні ретранслятори) так і законодавчими обмеженнями. Тому Wi-Fi доцільно використовувати на відстанях до 1 км у межах технологічної ділянки. На відстанях до 10 кілометрів доцільно використовувати

протокол передачі LoRa, проте пропускна можливість каналу досить незначна (десятьки байт). Передача даних через канали мобільного або стільникового зв'язку (GPRS, 3G, 4G) дозволяє працювати і передавати дані у хмарні сервіси всюди, де є GSM покриття, і досить великих об'ємів за необхідності [2].

Список використаних джерел

1. Розробка, проектування, виготовлення САУ, АСУ ТП - ТОВ ІВК ТЕРЕДО. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://teredo.com.ua/produksiya/asutp/> (дата звернення 11.04.2024).
2. Seidel, Eiko. "Progress on 'LTE Advanced' - the new 4G standard." Nomor Research GmbH, Munich, Germany, 24 липня 2008 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.3g4g.co.uk/LteA/LteA_WP_0807_Nomor.pdf. (дата звернення 10.04.2024).

УДК 681.5:628.1](043.2)

Сідєлєв М. І.,

канд. техн. наук, доцент, в.о. завідувача кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Прищєнов О. Ф.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Щєсюк О. В.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Андрєєв В. І.,

канд. техн. наук, доцент,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Димитров Ю. Ю.,

викладач кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО ОФІСУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Регіональні офіси водних ресурсів (РОВР) – є організаціями з розвитку водного господарства і меліорації земель, управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів в різних

регіонах України. РОВР зокрема здійснюють координацію і контроль за діяльністю з перерозподілу (перекидання) водних ресурсів для забезпечення їх балансу у межах зони діяльності шляхом переміщення води державними меліоративними системами відкритого (штучно створені водні об'єкти) та закритого типу (водогони, трубопроводи); організовує ведення первинного обліку забраної та перекачаної води насосними станціями; забезпечує проведення моніторингу технічного стану меліоративних систем та гідротехнічних споруд для ефективного оперативного управління [1].

РОВР Миколаївської області підпорядковано понад тисячу об'єктів водокористування та близько двох десятків насосних станцій. Ці об'єкти розташовані на великій відстані один від одного та від Регіонального центру. В результаті обстеження мережі насосних станцій виявлено незадовільний стан наявного технічного обладнання. Переважна кількість обладнання було встановлено ще за радянських часів і з того часу не модернізувалося; внутрішньооб'єктові інформаційні та керуючі ланцюги зруйновані; датчики рівнів води відсутні; сенсори контролю за положенням електричних засувки і вентилів не виконують своїх функцій через фізичне зношування; відсутня можливість організації зворотного зв'язку для контролю за станом об'єктів регулювання та дистанційного керування силовими агрегатами – насосами, засувками, вентилями. Є підстави припускати, що у схожому стані знаходяться й деякі аналогічні об'єкти Миколаївської та інших областей України.

Першочергове завдання реконструкції – дистанційний контроль окремих параметрів електронасосів, зокрема їх станів за програмою: працює, не працює, аварія. В подальшому – дистанційне управління технічними об'єктами шляхом глибокої модернізації системи зв'язку. Велика відстань між окремими об'єктами, та віддаленість від населених пунктів примушує розглядати бездротовий зв'язок, а саме – мобільний GSM-зв'язок як найбільш перспективний.

Наприклад, за умови проведення спеціальних робіт з організації доступу до показань ультразвукового витратоміра «ІРКА» можливий дистанційний контроль за обсягами перекачаної води. Можливий контроль окремих параметрів процесу при встановленні відповідних сенсорів та контролюючого обладнання. В подальшому неминуча глибока модернізація та заміна обладнання у зв'язку з його фізичним зносом. Не підлягає сумніву перехід у майбутньому на автоматичні системи дистанційного управління та контролю з мінімізацією обслуговуючого персоналу.

Потрібно розпочати розгортання системи дистанційного диспетчерського контролю та управління на основі технологій бездротової передачі інформації GSM та GPRS. На цьому етапі така система виконуватиме функції контролю та протоколювання стану об'єктів, без можливості дистанційного керування.

Застосування системи дистанційної диспетчеризації, навіть в скороченому варіанті, в режимі контролю, надає наступні позитивні можливості:

- здійснення об'єктивного дистанційного контролю над роботою обладнання, в тому числі, час увімкнення, час вимикання, тривалість роботи, фіксація аварій;
- автоматичне ведення об'єктивного протоколу (журналу) подій на об'єкті з негайним дистанційним доступом до протоколу з диспетчерського пункту офісу;
- зменшення часу прийняття рішення у разі аварійних ситуацій;
- економія на виїздах для періодичної перевірки журналів обліку роботи устаткування кожному конкретному об'єкті;
- істотне зменшення впливу суб'єктивного (людського) фактору на об'єктивність одержуваної інформації.

Перспективи та ресурси розвитку системи управління водними ресурсами розглядаються науковцями в дослідженнях за напрямками зменшення ймовірності помилок планування та проектування при виборі обладнання для майбутньої модернізації та, відповідно, зменшення часу впровадження модернізованих рішень.

Рішення, які можуть бути реалізовані на первинному етапі впровадження диспетчеризації, дозволять систематизувати процес отримання та обробки інформації від контрольно-вимірювальних приладів, зокрема:

- модернізація інформаційного обміну за допомогою уніфікованих промислових контролерів та уніфікованих протоколів. Наприклад, ультразвуковий витратомір «ІРКА» має свій власний нестандартний протокол обміну, що вимагатиме додаткових зусиль та робіт при інтеграції цього витратоміру в систему;
- зменшення витрат на розробку програмного забезпечення за рахунок використання уніфікованих програмних засобів та бібліотек стандартних рішень;
- зменшення витрат на модернізацію програмного забезпечення у процесі подальшої експлуатації за рахунок використання уніфікованих апаратних та програмних засобів промислової автоматизації.

Реалізація первинного етапу апробації дистанційної диспетчеризації в РОБР Миколаївської області дозволить скоротити загальний час

впровадження повномасштабної системи за рахунок своєчасного виявлення можливих проблем у урізаній за функціональністю (без управління) системі.

В подальшому, після напрацювання практичного досвіду експлуатації системи дистанційної диспетчеризації та врахування цього досвіду, рекомендовано розробку технічного завдання (ТЗ) на майбутню повномасштабну систему дистанційного контролю та управління водними ресурсами для забезпечення їх балансу у межах зони діяльності РОВР. Це дозволить в режимі реального часу проводити безперервний моніторинг та дослідження стану водного середовища; виконувати регулярний збір, аналіз, обмін і розповсюдження (в разі необхідності) інформації про стан водних ресурсів і екосистем. Практична реалізація проєктів передбачає:

- відпрацювання технологій дистанційної передачі інформації бездротовими мережами GSM і GPRS з урахуванням розміщення об'єктів на місцевості;

- вибір оператора мобільного зв'язку;
- вибір частотного діапазону з урахуванням покриття;
- вибір антен та їх розміщення на об'єкті.

Для виконання оперативної дистанційної диспетчеризації в важкодоступних зонах, або на територіях не охоплених зв'язком (з нестабільним зв'язком) частину дослідницьких задач можливо виконувати за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) цивільного призначення, запрограмованих на виконання моніторингових завдань з дистанційною передачею інформації бездротовими мережами GSM і GPRS.

Актуальність інформаційно-моніторингових задач значно зростає в період розбудови водного господарства Миколаївський області в період майбутнього повоєнного стану, та особливо в контексті аварії на Каховській ГЕС, оскільки для РОВР постає задача оповіщення населення та розробки програмного забезпечення для прогнозного моделювання ситуацій в разі раптових змін рівнів поверхневих вод. Даний підхід надає можливість прогнозувати екстремальні наслідки природних катаклізмів, або руйнівної людської діяльності, для завчасного попередження та мінімізації наслідків екологічних та техногенних катастроф.

Система дистанційної диспетчеризації органічно інтегрується з басейновим принципом управління водними ресурсами, який впроваджується в Україні і відповідає найбільш ефективній міжнародній практиці, спрямованій на запобігання виснаження водних ресурсів та досягнення і підтримання доброї якості води [2].

Список використаних джерел

1. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їх охорона / За ред. В.К. Хільчевського. Київ: ВПЦ Київський університет, 2015. 154 с.
2. Biswas A. Integrated Water Resources Management: Reassessment. Water International. Vol. 29, № 2. June 2014. p.p. 248-256.

УДК 621.643

Сіделєв М. І.,

канд. техн. наук, доцент,

в.о. завідувача кафедри АКІТ,

ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Бенюх В. В.,

студент 671м гр.,

ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД В АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

У теперішній час багато підприємств, включаючи ті, що мають в своєму підпорядкуванні насосні станції водопостачання, розглядають можливості впровадження автоматизованих алгоритмів керування. Це вже стало практикою для багатьох, в першу чергу, комерційних підприємств у цій сфері, які використовують різноманітні системи автоматизованого керування технологічним обладнанням.

В цілому, автоматизація насосних станцій водопостачання сприяє підвищенню тривалості їх експлуатації та уникненню аварій, підвищує надійність та стабільність водопостачання, а також знижує різноманітні витрати, включаючи операційні, експлуатаційні та витрати електроенергії, забезпечує ефективне управління технологічними процесами.

Проте, ефективність та якість рішень завжди залишаються предметом обговорення через різноманітність ситуацій, потреб та можливостей.

У більшості випадків при автоматизації насосних станцій водопостачання найбільшу увагу приділяють підвищенню енергоефективності та ефективності управління технологічним процесом, які повинна забезпечити система автоматизованого керування (САК) насосною станцією (НС), залишаючи поза увагою повністю або

частково автоматизацію процесу діагностування параметрів насосного обладнання у процесі його безперервної експлуатації та моніторингу ситуації в приміщенні НС. Основною причиною таких недалекоглядних рішень є обмежений бюджет, який виділяється на автоматизацію НС, та відсутність стратегічного підходу в організації виробництва.

В той же час постійний моніторинг параметрів, таких як вібрація, температура та тиск, відіграє ключову роль у підтримці стабільної і довготривалої роботи насосних агрегатів (НА).

Крім того, зазвичай нехтують засобами автоматизації, що ініціюють своєчасне попередження у разі підтоплення насосної станції і оперативне відключення живлення НА, яке усуває можливість виникнення короткого замикання в електроприводі НА і, як наслідок, вихід його з ладу.

Непоодинокі випадки відсутності пожежної сигналізації та охоронного периметру для попередження несанкціонованого проникнення зломисників у приміщення НС.

Всі вище перераховані недоліки, які виникають за відсутності комплексного підходу в рішеннях по автоматизації НС, призводять до значних втрат коштів, нещасних випадків, а у випадку, коли це стосується НС, систем пожежогасіння і можливих жертв, якщо НС не зможе своєчасно забезпечити необхідний напір або подачу води внаслідок втрати одного або кількох НА.

Але у випадку реалізації САК на базі програмованого логічного контролера (ПЛК) всі потреби в межах комплексного підходу можуть бути забезпечені за рахунок можливостей ПЛК та відповідних засобів автоматизації.

За тривалої експлуатації насосів різних типів відбувається зношування підшипників, що призводить до збільшення рівня вібрації всього агрегату. Це викликає перекіс ротора, що спричиняє збільшення енергоспоживання, зниження ККД насоса, надмірне нагрівання стійки та підшипників, а також перекося та заїдання в корпусі ущільнення [3]. Контроль вібрації відповідно до міжнародного стандарту ISO 10816-1[4] дозволяє запобігти цим проблемам.

Для контролю вібрації можна застосовувати датчики виробництва компанії «Metrix Instrument» типу ST5484E-SW, зовнішній вигляд якого приведено на рисунку 1.



Рис.1. Датчик контролю вібрації ST5484E-SW

Крім необхідності контролю вібрації НА в процесі їх експлуатації існує також потреба в контролі температури підшипників. По причині відсутності змазки, її старіння або внаслідок неправильного змащування, потрапляння стороннього матеріалу, корозії або невідповідного контролю та обслуговування в підшипниках виникає додаткове тертя, яке призводить до суттєвого зменшення їх робочого ресурсу.

Для контролю температури підшипників (або їх корпусів) можна застосовувати наприклад датчики виробництва компанії «4V Components Ltd» серії Milli-Temp, зовнішній вигляд якого в двох можливих конструктивних виконаннях приведено на рисунку 2.



Рис.2. Датчик контролю температури підшипників

Для моніторингу обстановки в приміщенні насосної станції доцільно застосовувати засоби автоматизації приведені на рисунку 3 (3а, 3б і 3в – відповідно датчик контролю підтоплення, датчик порушення охоронного периметру та датчик контролю задимленості повітря).



Рис.3. Датчик моніторингу обстановки в приміщенні НС

В контексті комплексного підходу в автоматизації НС розроблена функціональна схема САК для НС із двома паралельно включеними НА, принципова гідравлічна схема якої приведена на рисунку 4.

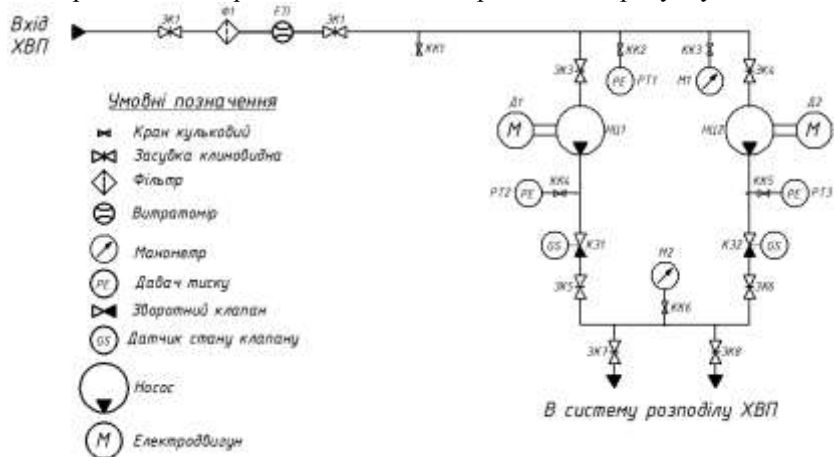


Рис.4. Принципова гідравлічна схема НС

В САК насосної станції керування роботою її насосів (через частотні перетворювачі), моніторинг стану обладнання, оптимізація його роботи, збір і аналіз даних, запобігання виникненню небезпечних для персоналу та обладнання ситуацій та оперативна передача даних на ПК диспетчера покладено на програмований логічний контролер S-71200 виробництва компанії «Siemens». При розробці схеми були застосовані всі необхідні засоби автоматизації для комплексного вирішення поставлених перед САК задач за рахунок потужності застосованого ПЛК. Функціональна схема автоматизації САК приведена на рисунку 5.

Таким чином, не збільшуючи суттєво вартість системи в цілому, не вдаючись до використання додаткових керуючих пристроїв та перетворювачів електричних сигналів, буде забезпечена більша надійність роботи технологічного обладнання, будуть зменшені витрати на ремонт обладнання, зменшена вірогідність не прогнозованих нештатних ситуацій та підвищена безпека при обслуговуванні технологічного обладнання.

Список використаних джерел

1. Герасимов Г. Г. Проектування автоматизованих насосних станцій підкачки: навч. посібник-довідник. Рівне: НУВГП, 2007. 552 с.
2. Гриценко К. Г., Черв'яков В. Д. Системний підхід до вирішення проблеми енергозбереження під час автоматизації процесів водопостачання: Вісник Сумського державного університету. 2002. № 12. 45 с.
3. Граняк В. Ф., Солоня О. В. Перспективи виявлення дефектів обертових електричних машин на основі аналізу їх вібросигналів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2022. №1/ URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/31053.pdf> (дата звернення 25.04.24).
4. ДСТУ ГОСТ ИСО 10816-1:2007. Вібрація. Контроль стану машин за результатами вимірювань вібрації на частинах, що не обертаються. Частина 1. Загальні вимоги [чинний від 2008-07-01]. Київ. 2008. (Інформація та документація).

УДК 629

Войтасик А. М.,

канд. техн. наук, старший викладач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АВТОНОМНОЇ РАДІОГІДРОАКУСТИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Забезпечення постійного оперативного моніторингу морських кордонів є ключовим завданням оборони України та передбачає використання різноманітних гідроакустичних засобів, включаючи стаціонарні, рубіжні та автономні системи [1].

Стационарні гідроакустичні комплекси мають забезпечувати велику точність та ефективність у виявленні, розпізнаванні, відстеженні та класифікації підводних човнів середньої водотоннажності на відстані не менше 150 км [2].

Рубіжні гідроакустичні системи відіграють важливу роль у захисті підходів до північно-західної частини Чорного моря, входів у порти, бази та важливих морських об'єктів [3]. Вони повинні забезпечувати виявлення, розпізнавання, відстеження та класифікацію підводних об'єктів, включаючи надмалі підводні човни та диверсійні сили.

Автономні гідроакустичні комплекси розглядаються як необхідний елемент системи моніторингу, спроможний працювати в глибоководних районах моря, які не охоплюються іншими засобами [4]. Вони можуть бути встановлені на різних типах суден, включаючи надводні, підводні та безпілотники, та передавати інформацію на берег через різні канали зв'язку, забезпечуючи високий рівень ефективності та оперативності системи моніторингу морських просторів.

Автономна радіогідроакустична станція (АРГАС) – це сукупність схематично і конструктивно поєднаних акустичних, електричних і електронних пристроїв та приладів за допомогою яких здійснюється прийом або випромінювання, чи прийом та випромінювання акустичних коливань у воді. У складі АРГАС знаходиться радіогідроакустичний буй (РГАБ) призначення якого прийом та ретрансляція по радіоканалу отриманих гідроакустичних сигналів. Зміна глибини занурення РГАБ відбувається за допомогою електроприводної кабельної лебідки (КЛ) та має ряд своїх особливостей. Перебуваючи на дні, КЛ разом з усіма елементами електрообладнання АРГАС потребують автономного джерела живлення. Оскільки станція не має електричних зв'язків з судном-носієм (СН) та береговими постами, наявність такого джерела має забезпечувати можливість безпечного застосування всіх електричних споживачів АРГАС. Велике значення в цьому питанні приділено вибору джерела живлення.

Призначення АРГАС – це виявлення, слідкування та визначення місця знаходження надводних суден, підводних човнів та плавців [5]. Відповідно стандартної комплектації до складу АРГАС входить: модуль-1, що містить активну гідроакустичну станцію (ГАС); кабель зв'язку (КЗ); модуль-2: джерело живлення (ДЖ) модуля-1; ДЖ КЛ; КЛ з приводом та кабелем; блок проміжної плавучості (ПП); РГАБ.

Запропоновано реалізувати автономну роботу системи енергозбереження АРГАС з використанням способу постановки РГАБ за допомогою блоку ПП кабель-тросу (КТ). При такому способі постановки довжина КТ РГАБ буде залежати від глибини занурення

блоку ПП та впливу зовнішніх сил, що впливають на корпус РГАБ. Довжина ж КТ, що йде від блока ПП до платформи, буде залежати від глибини місця постановки [6].

Відмінною особливістю є реалізація системи енергозбереження АРГАС, до складу якої входять: зарядний пристрій, два модулі керування акумуляторними батареями, модуль керування кабельною лебідкою, електродвигун, дві акумуляторні батареї. Прийняті технічні рішення надають можливість гарантувати безпечну та автоматичну роботу КЛ РГАБ з достатньою довжиною КТ у 170 м з урахування характеру вітру та глибини місця установки станції на морське дно у 60 м.

Із врахуванням технічних характеристик електрообладнання АРГАС було розроблено структурну схему системи енергозбереження АРГАС. До складу системи енергозбереження АРГАС входить:

- зарядний пристрій (ЗП);
- модулі керування батареями №1 та №2 (МК АКБ №1 та №2);
- модуль керування КЛ (МК КЛ);
- виконавчий електродвигун (ВЕД) КЛ;
- акумуляторна батарея №1 та №2 (АКБ №1 та №2).

Зараз найбільш перспективним рішенням вважається розробка системи енергозбереження АРГАС, що спроектована із застосуванням літій-залізофосфатних батарей. При цьому автономність електроприводної КЛ буде залежати не лише від кількості скомпонованих батарей у єдине джерело живлення, але і від їх однотипності та ємності.

Літій-залізофосфатні акумулятори, суттєво перевершують ряд інших акумуляторних батарей літій-іонної технології з погляду безпеки, стабільності і продуктивності необхідно комплектувати модулями керування BMS. Справа в тому, що літій-залізо-фосфатні батареї чутливі до перезаряду, а також розряду нижче певної напруги. З метою зменшення ризику ушкодження окремих акумуляторних батарей і виходу з ладу батарей в цілому, всі LiFePO_4 акумулятори оснащуються спеціальною електронною схемою балансування.

МК АКБ, виконуючи балансування, а також забезпечуючи контроль температури і виконання ряду інших функцій, максимально продовжує термін служби акумуляторного джерела живлення. Акумуляторні батареї №1 та №2 з'єднані послідовно для забезпечення сумарної DC напруги 48 В, та ємності 32 А·год. Як виконавчий електродвигун кабельної лебідки будемо застосовувати безколекторний двигун постійного струму (БДПС). МК має можливість працювати з контролерами через протокол інформаційного обміну CAN. В основі виконавчого контролера можна застосувати мікроконтролер PIC18F2480 виробництва компанії Microchip. При виявленні будь-якої

цілі, в залежності від налаштувань, РГАБ закріплений КТ до підводної КЛ піднімають на поверхню моря та виконують передачу радіосигналу до берегової станції. Після цього КЛ змотує КТ, опускаючи РГАБ до зазначеної глибини, і робота продовжується.

Установка АРГАС на морському дні передбачає розташування модулів 1 та 2 на глибинах морського дна не більше 200 м. Було розглянуто варіант установки обладнання на глибину у 60 м. Для економії електроенергії під час процесу роботи РГАБ розташовують під поверхнею моря за допомогою підводної КЛ на глибинах порядку 20 м. Коли потрібно виконати передачу радіосигналу, лебідка починає споживати електроенергію з акумуляторних блоків, що розташовані на модулі-2.

Залежно від часу роботи КЛ та глибини розташування РГАБ, споживання електроенергії може бути різним. Після передачі сигналу РГАБ має бути повернено в вихідне положення. Отже, КЛ знову починає споживати електроенергію. РГАБ знаходиться під дією підводної морської течії тому довжина витравленої частини КТ залежить від її швидкості.

Основні технічні характеристики розробки представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики розробки

№ з/п	Найменування параметра	Значення
1	Номинальні параметри акумуляторного ДЖ: постійна напруга, В / ємність, А·год	48 / 32
2	Тип акумуляторного елемента живлення	LiFePO4 – 32120P
3	Модуль керування батареями №1 та №2	BMS-8 cell – 8 шт
4	Модуль керування КЛ	HPM5000B – 1 шт
5	БДПС КЛ / Потужність, кВт	HMP5KA – 1 шт. / 4,5
6	Мікроконтролер	PIC18F2480
7	Інтерфейс керування	CAN
8	Зарядний пристрій	Smart Charger-58,4 – 1 шт
9	Глибина установки на морському дні, м	60
10	Максимальна глибина занурення	250
11	Час автономної роботи при зазначеній глибині установки та «Помірному» характері вітру, год	13,24

№ з/п	Найменування параметра	Значення
12	Матеріал корпусу МК	анодований алюміній
13	Габаритні розміри МК, мм	МК №1 – 1500×140; МК №2 – 1000×140
14	Маса МК на повітрі у зібраному стані, кг	МК №1 – 27,6; МК №2 – 15,4

Реалізація системи енергозбереження АРГАС виконується в двох герметичних міцних корпусах донної автономної радіогідроакустичної станції, встановленої на морському дні глибиною 60 м. Застосування системи енергозбереження дозволяє ефективно та безпечно використовувати в автономному режимі електричну енергію акумуляторних джерел живлення для донної станції та автоматичної роботи електроприводного механізму зміни витравленої частини кабель-тросу зв'язку діаметром 7,5 мм та довжиною 170 м протягом 13 год 24 хв при 10% використанні максимальної потужності електропривода та за умов помірного хвилювання морської поверхні і швидкості течії у 0,15 м/с.

Список використаних джерел

1. Bosilca Ruxandra-Laura. The use of satellite technologies for maritime surveillance: an overview of EU initiatives. Incas Bulletin. 2016. No. 8(1). pp. 151-161. DOI: 10.13111/2066-8201.2016.8.1.14
2. Miro Petković, Igor Vujović. Distance estimation approach for maritime traffic surveillance using instance segmentation. Journal of marine science and engineering. 2023. No. 12(1). pp. 78. DOI: 10.3390/jmse12010078
3. Saziye Ozge Atik. Determination of Black sea coastline length with oblique stereographic projection using affine transformation. International journal of environment and geoinformatics. 2023. DOI: 10.30897/ijege.1399910
4. Yuanchang Liu, Enrico Anderlini, Shuwu Wang, Song Ma, Zitian Ding. Ocean explorations using autonomy: technologies, strategies and applications. Offshore robotics. 2022. DOI: 10.1007/978-981-16-2078-2_2
5. Войтасик А. М. Підводна роботизована технологія установки корисного вантажу на морське дно. Підводна техніка і технології. Миколаїв: НУК. 2015. №2. С. 38-41
6. Блінцов В. С., Войтасик А. М. Підводна роботизована технологія установки корисного вантажу на морське дно. Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія. 2016. №4. С. 50-59.

Трунов О. М.,
д-р техн. наук, професор, професор кафедри АКІТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна
Гекова Т. В.,
викладач кафедри АКІТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна
Нерега М. В.,
студент 671 гр.,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗЕМЕЛЬНІЙ ДІЛЯНЦІ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) з кожним днем стають все більш затребуваними в усьому світі, про що свідчить зростання кількості БПЛА різних класів на авіаційних виставках світу. Така популярність цього класу літальних апаратів обумовлена низкою переваг перед пілотованою авіацією для вирішення широкого спектра завдань, головними з яких є відсутність екіпажу, відносно невелика вартість БПЛА, малі витрати на їх створення, виробництво і експлуатацію, велика тривалість і дальність польоту [1].

За останні 5-7 років розвитку галузі машинобудування зроблено набагато більше, ніж за всі попередні роки. Слід відзначити стрімкий розвиток і великі перспективи в галузі авіації за різноманітністю конструкторських рішень. Функціональні можливості БПЛА постійно удосконалюються.

Мета: розробка автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці.

Перший крок розробки системи полягає у виборі відповідного апарату залежно від потреб і вимог проекту. Важливо обрати БПЛА з необхідними характеристиками, такими як тривалий час польоту, висока точність маневрування та надійна система передачі даних. Другий крок передбачає розробку програмного забезпечення для управління БПЛА. Включає створення програми для автономного польоту, точного маршрутування, а також взаємодії зі збором і передачею даних. Наступним важливим етапом є обробка отриманих даних. БПЛА збирають великі обсяги зображень та відеоданих для аналізу, та виявлення об'єктів на земельній ділянці. Для цього використовуються методи обробки зображень, комп'ютерного зору та

машинного навчання для автоматичного розпізнавання та класифікації об'єктів.

На рис. 1 показано функціональну схему автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці.

Останній етап полягає у впровадженні системи для реального застосування, що включає налаштування системи для специфічних завдань, які можуть варіюватися від контролю за екологічним станом ділянки до виявлення небезпечних об'єктів у недоступних місцях.

Важливість дослідження теми розробка автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці закріплено у наступних тезах:

- Підвищення ефективності контролю та нагляду: розробка автоматизованої системи літальних апаратів дозволяє значно поліпшити ефективність контролю та нагляду на земельній ділянці, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та оперативну реакцію на виявлені об'єкти.

- Оптимізація процесів безпеки та надзвичайних ситуацій: система дозволяє ефективно виявляти потенційно небезпечні об'єкти та ситуації на земельній ділянці, забезпечуючи оперативне управління та мінімізацію можливих ризиків.

- Покращення аграрного сектора: використання автоматизованих систем БПЛА допомагає у вирішенні проблем аграрного сектора, забезпечуючи точне моніторингове та оброблювальне обладнання для земельних робіт.

- Сприяння екологічним дослідженням та стеженню: інтеграція системи БПЛА дозволяє ефективно стежити за станом довкілля та змінами екосистеми, забезпечуючи вчасну реакцію на зміни та загрози для довкілля.

- Підвищення оперативності в наданні допомоги та рятувальних робіт: система БПЛА дозволяє оперативно виявляти та моніторити надзвичайні ситуації.

Розробка автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці має великий потенціал у сферах безпеки, агрокультури, екології та досліджень. Система може допомогти вирішити численні проблеми, пов'язані з ефективним контролем, безпекою та реагуванням на надзвичайні ситуації, що робить її важливим інструментом і важливим напрямком досліджень що відкриває нові можливості для ефективного вирішення реальних проблем сучасного світу.

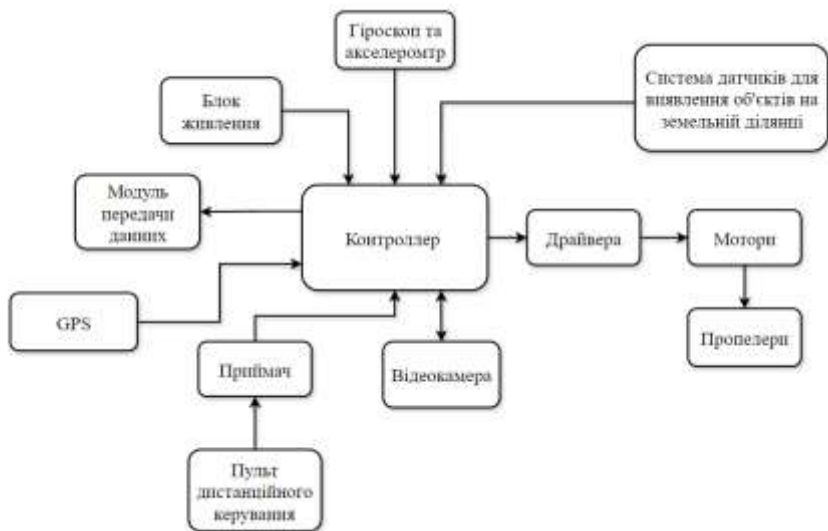


Рис.1. Функціональна схема автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці

Список використаних джерел

1. Застосування безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55517314/pw0491-libre.pdf?1515747728=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3D55517314.pdf&Expires=1714315491&Signature=coN7uFBzXB8lBwnen1PxEadOlZQtsvMnM7coKhugNbHcRbWYV2gRJ2fBgYD1HgNFzrN9yi mDuRi~1s5rR4XOYDGiFxCft70DDoayx1aqUx4fNnh4KLM-c~eECKm6rPxTFh3LLx Dgh3xYg1EsW86Otk9qyJPqGp~otH2dTPEtcoZJ89TEIPYCFp5WTz2Do~eyXg0GHYomz13JY0pMA0IOYI8er~s12Mru2Lgg iWXZzOkmU5isKouAfxQ6FMQCq96oH3ggNlLmy0ee5HqxxYyw1bJJIEl OUCY8pEst0YZ6y6igYs26HuJKwge4AsSAw~wpJasqvC3ABe9Um~JoDz tXKg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA (дата звернення: 20.04.2024).
2. Yun, G., Mazur, M., Pederii, Y. Proceedings of the National Aviation University. 2017. N1(70): 106-112, doi:10.18372/2306 – 1472.70.11430.(eng)
3. Reg Austin, Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment / 2010 John Wiley & Sons Ltd., doi: 10.1002/9780470664797.(eng)

УДК 621.8: 629.33.

Прищепов О. Ф.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Щесюк О. В.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКТ,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Розганяєв Д. О.,

студент 671 гр.,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

Андрєєв В. І.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ГАЗООБМІНУ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ БЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ ВАЛІВ

Автоматизація процесів газообміну в двигуні внутрішнього згорання без застосування розподільчих валів має значний потенціал для підвищення його ефективності та надійності. Це може призвести до покращення конкурентоспроможності вітчизняного автопрому на світовому ринку.

У теперішній час системи газообміну без розподільчих валів знаходяться на стадії розробки та дослідження. Їх впровадження в серійне виробництво ще не набуло широкого поширення. З розвитком технологій та накопиченням досвіду в цій сфері можна очікувати на появу нових, більш досконалих систем газообміну без розподільчих валів, а також на їх ширше впровадження в автомобільній промисловості.

Автоматизація процесів газообміну в ДВЗ. Системи газообміну в двигунах внутрішнього згорання без розподільчих валів не мають чіткої та уніфікованої назви.

Існує кілька варіантів, які використовуються в залежності від типу приводу клапанів:

1. Пневматичні системи:

- Пневмоклапанна система

- Система газорозподілу з пневматичним приводом

2. Електромагнітні системи:

- Система електромагнітного керування клапанами (ЕМК)

- Електромагнітний газорозподіл

- Безкулачковий газорозподіл з електромагнітним приводом

3. Системи з кулачками на поршнях:

- Система з кулачками, розташованими на поршнях

- Поршневий газорозподіл

4. Інші:

- Система бездрросельного газорозподілу

- Система змінного газорозподілу

Окрім вищезазначених, можуть використовуватися й інші назви, які описують специфічні особливості тієї чи іншої системи.

Важливо зазначити, що на даний момент системи газообміну без розподільчих валів знаходяться на стадії розробки та дослідження, їх впровадження в серійне виробництво ще не набуло широкого поширення.

Ось кілька прикладів дослідницьких проєктів, пов'язаних з системами газообміну без розподільчих валів:

- ProDV (Pneumatic Drive Valve) – проєкт, який розробляється AVL List GmbH (Австрія).

- EMA (Electromagnetic Valve Actuation) – проєкт, який розробляється Ricardo plc (Велика Британія).

- FreeValve – проєкт, який розробляється Koenigsegg Automotive AB (Швеція).

З розвитком технологій та накопиченням досвіду в цій сфері можна очікувати на появу нових, більш досконалих систем газообміну без розподільчих валів, а також на їх ширше впровадження в автомобільній промисловості.

На рис. 1 показана блок-схема системи газообміну автомобіля. Принцип її роботи – це подача суміші в камеру згоряння поршня автомобіля.

Спочатку відкривається впускний клапан, через який подається суміш паливних газів з повітрям. Це перший такт. Другий такт – дана суміш стискається і подається в камеру поршня. Третій такт – гази загоряються і поршень виконує роботу, останній такт – відкривається випускний клапан, через який випускаються відпрацьовані гази.

Автоматизація процесів газообміну в двигуні внутрішнього згорання без застосування розподільчих валів підвищить надійність двигуна і підніме ефективність його роботи. В свою чергу це покращить конкурентноспроможність вітчизняного автопрому в такому ціновому сегменті, як Opel, Renault, Mitsubishi тощо.

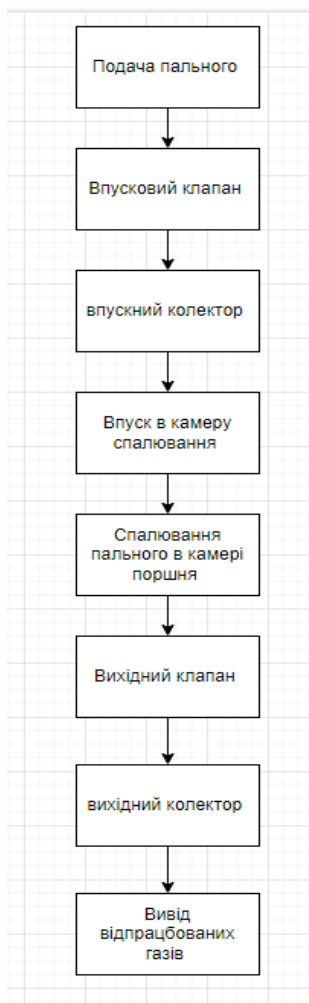


Рис.1. Блок-схема системи газообміну автомобіля

Список використаних джерел

1. «European Centers of Power», Automotive Engineering International, June 2004, p. 67.
2. Hoffman, Bernhard, «Fully Variable Valve actuation with electromagnetic Linear Motor», SIA Conference on Variable Valve Actuation, 30 November 2006, IFP Rueil.

Трунов О. М.,
д-р техн. наук, професор,
професор кафедри АКТ,
Позняков О. В.,
магістр,
Терещенко Г. Ю.,
студент магістеріуму,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ У АСК ПОБУТУ

Зменшення трудомісткості та обсягів загальних витрат за рахунок впровадження автоматизації є однією з актуальних задач модернізації не тільки виробничих підприємств, але і сфер обслуговування та побуту громадян. У зв'язку з цим задача автоматизації та роботизації процесів життєдіяльності, як інструмент збільшення продуктивності суспільства, стає першочерговою. Її розв'язок потребує підвищення ефективності у тому числі і для невиробничої сфери. Одним із шляхів забезпечення ефективності таких технологічних процесів у побуті родини, селища, міста є удосконалення систем комунікацій і послуг. Потреби громадян, що торкаються повсякденного життя, та засоби їх задоволення удосконалюються за допомогою інноваційних розробок та автоматизації їх організації, супроводу і їх впровадження як автоматизованих систем керування (АСК).

Успіхи, що демонструються у галузі розвитку безлюдних технологій, а саме мобільних робототехнічних засобів наземного і повітряного використання та зростаюча потреба в них у суспільстві стимулює пошуки технічних засобів інтелектуального удосконалення для розширення функціональних можливостей [1-3]. Одним із прикладів розв'язку сукупності проблем впровадження безлюдних технологій та забезпечення ефективності і безпеки на дорогах є аналоги автономного маршрутного планування та навігації в транспортних системах. Зразки розробок: Waymo, Tesla Autopilot, Uber ATG, Baidu Apollo, Mobileye – як приклади реалізації входять до повсякденного життя.

Від моменту першого оприлюднення своєї ідеї директором компанії Amazon Джеффом Безосом доставляти пакунки клієнтам за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА), коли багато хто швидко запитав, як така смілива пропозиція взагалі може працювати на

практиці, пройшло 11 років. Однак, навіть сьогодні, коли повітряні дрони практично демонструють свої, тоді неочікувані можливості, вони стоять ще гостріше. Сукупність інноваційних рішень, що захищені патентами різних компаній і авторів, не дає відповідь на цей виклик науково-технічного прогресу. Система технологічних операцій доставки компанії, як остаточна структура, що виходить на ринок, загальмована, оскільки система технічних і законодавчих рішень стала непередбачуваним основним викликом [4]. Звісно, технологія застосування БПЛА у побуті залежатиме від ряду законодавчих актів, факторів зовнішнього впливу приватної та інших видів власності і упорядкування відносин і технологій, які не придатні бути описані і регламентованими патентами [5]. Так, програма руху безпілотників, яка охоплює велику територію, залежатиме від системи керування повітряним рухом транспортних засобів, задача якої ефективно та безпечно координувати роботу автономних безпілотників у системі повітряного простору. У зв'язку з цим задачі створення АСК стають основоутворюючими задачами подальшого поширення науково-технічного прогресу у сферу побутового використання повітряних дронів [6]. Одним із поширених представників реалізації безлюдних технологій є БПЛА. До них відносяться літальні апарати, які управляються дистанційно, літають автономно, без оператора на борту. Однак, для подальшого виключення проблем законодавчих протиріч роботи БПЛА над містом у місті було поставлено розширити АСК доповненням технологією застосування безпілотних наземних роботів перевізників та виконавців вантажно-розвантажувальних операцій. Крім того, систему доповнюємо пунктами прийому та видачі об'єктів перевезення та автоматичного підбору і складування у таких пунктах супермаркетів, аптек та інших установ, що надають послуги, які потребують доставки. Для детального моделювання таких систем було досліджено вплив різних факторів на ефективність операцій та загальну ефективність від діяльності вузла забезпечення послуги. Загальна ефективність технологічного процесу, що складається із N видів послуг дорівнює:

$$E_{\text{заг}} = A_{\text{заг}} P_{\text{заг}} \left(T_{\text{заг}} \sum_{i=1}^N C_i \right)^{-1}.$$

Обчислення загальної ефективності технологічного процесу через ефективності операцій завжди ускладнюється як проблемами поділу на операції так і підрахунком ефективності кожної з них. Однак якщо такі відомі, то просто підрахуємо загальну ефективність:

$$E_{\text{заг}} = \frac{A_{\text{заг}} P_{\text{заг}}}{T_{\text{заг}}} \left(\sum_{i=1}^N \frac{A_i P_i}{T_i E_i} \right)^{-1}.$$

Означене демонструє, що не завжди відомі значення загальних показників, тому легше проводити оцінку по абсолютним показникам. У зв'язку з цим було складено модель операції. Так позначимо m – масу вантажу, який потрібно перевезти від точки розташування до точки вручення споживачу. Є ще переліт від точки знаходження апарату до точки знаходження вантажу, а також переліт від точки вручення споживачу до точки відстою апарату. За цих умов, при відомому куті диференту ψ сумарна робота, що виконали чотири рушія наприклад квадрокоптера, розраховується:

$$A = (x_2 - x_1) \left[2 \left(\frac{1}{2} \rho S C_x n_1^2 r_1^2 \right) + 2 \left(\frac{1}{2} \rho S C_x n_3^2 r_3^2 \right) \right] \cos \psi + (y_2 - y_1) \left[2 \left(\frac{1}{2} \rho S C_x n_1^2 r_1^2 \right) + 2 \left(\frac{1}{2} \rho S C_x n_3^2 r_3^2 \right) \right] \sin \psi =$$

$$= 2 \rho S C_x r_1^2 (n_1^2 + n_3^2) [(x_2 - x_1) \cos \psi + (y_2 - y_1) \sin \psi]$$

Загальні витрати на виконання цієї операції складуть:

$$C = C_e + C_{ay} + C_{\text{вп}}$$

Витрати на електроенергію вартістю V_e , витрачається на зарядку акумуляторної батареї:

$$C_e = V_e \left(\frac{I_o U_o t_o}{\eta_d} + I_a U_a t_a + I_{ocb} U_{ocb} t_{ocb} \right)$$

Амортизаційні відрахування на все задіяне устаткування

$$C_{ay} = \mu_i V_i \frac{T_{oc1} + T_{\text{мон}}}{T},$$

де μ_i – коефіцієнт амортизаційних відрахувань для i -того устаткування, V_i – балансова вартість i -того устаткування, T_{oc1} – час на виконання операції, $T_{\text{мон}}$ – час на зберігання між двома операціями, T – загальний час роботи між двома капітальними ремонтами або планової заміни. Витрати на пряму заробітну плату виконавцям робіт з урахуванням податків:

$$C_{\text{вп}} = (1 + \nu) \sum_{i=1}^N 3\Pi_i (T_{oc1} + 3\Pi_i T_z),$$

ν – нарахування на заробітну плату.

Загальний час операції позначимо $T_{заг}$, тоді для підрахунку ефективності лишається знайти ймовірність доставки вантажу від точки 1 до точки 2 за заданий час $T_{заг}$. Задачу можливо розв'язати шляхом експериментальних випробувань або теоретично, шляхом підрахунку ймовірності попадання випадкової величини до інтервалу $[T_{заг} - \Delta T, T_{заг} + \Delta T]$:

$$P = \int_{T_{заг} - \Delta T}^{T_{заг} + \Delta T} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\tau - m)^2}{2\sigma^2}} d\tau,$$

m – математичне очікування часу виконання операції, σ – середньо-квадратична похибка, ΔT – оцінка розбіжності часу виконання операції за даними відхилень швидкості. Вказані величини слід описувати наступним чином:

$$T_{заг} = \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}}{v_{сеп}};$$

$$\Delta T = \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}}{v_{мін}} - \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}}{v_{мак}} \right]$$

Закон розподілу прийнято нормальним, оскільки діє декілька рівнозначних випадкових факторів, таких як вітер, погодні умови, завантаженість, готовність устаткування і так далі. Запропонована модель є гнучкою і придатною для експрес і точних обчислень у ході моделювання роботи та обчислення загальної ефективності технологічного процесу, що складається із N видів послуг. Для забезпечення роботи вузлів виникає необхідність застосування спеціальних контролерів та одноплатних комп'ютерів, що придатні до довготривалої без перервної роботи у складі АСК побутових послуг, які використовують безлюдні технології і дрони. Крім того, вони повинні бути соціально доступними, мати широкі бібліотеки програм та програмне забезпечення з відкритим кодом, які останнім часом демонструють мікрокомп'ютери Weidmüller, Jetson Nano, Arduino та інші.

Запропонований підхід забезпечує аналітичне моделювання та оцінку ефективності діяльності вузла побутового застосування операцій із залученням повітряних і наземних робото-технічних засобів для реалізації розширеного переліку послуг.

Комплексне застосування мережево-пов'язаних наземних та повітряних дронів типи можливих послуг та суттєво підвищує їх ефективність і усуває частку правових протиріч із приватної власністю та її власниками, що у підсумку розширить впровадження безлюдних технологій у побуті за рахунок АСК.

Список використаних джерел

1. Tesla Autopilot: What is it and how does it work? Here's everything you may want to know Read more at: (Date of Application : 07.05.2024).

2. Under the Hood of Uber ATG's Machine Learning Infrastructure and Versioning Control Platform for Self-Driving Vehicles. <https://www.uber.com/en-UA/blog/machine-learning-model-life-cycle-version-control/> March 4, 2020 / Global/ (Date of Application : 28.02.2024).

3. A. Pequeño-Zurro *et al.*, "Proactive Control for Online Individual User Adaptation in a Welfare Robot Guidance Scenario: Toward Supporting Elderly People," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 53, no. 6, pp. 3364-3376, June 2023, doi: 10.1109/TSMC.2022.3224366.

4. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL – EASA – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Communication_Commission_Drones.pdf – Дата доступу: 09/06/2017.

5. Civil drones – EASA – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas> – Дата доступу: 09/06/2017.

6. DroneRules – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dronerules.eu/en/> – Дата доступу: 09/06/2017.

УДК 517.95

Воробйова А. І.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри ІС,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна,
науковий співробітник Школи математичних наук,
Ноттінгемський університет, Ноттінгем, Великобританія

ТОЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДИНИ У ПОРОЕЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ

Розглянемо одновимірну модель транспорту розчиненої речовини в пороеластичних матеріалах, яка була виведена в [1]. Керуючі рівняння моделі виглядають як система нелінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних (ДРЧП) (1.1).

$$\left\{ \begin{array}{l} 2U_{tx} = kP_{xx}^*, \\ \rho U_{tt} + \rho_t U_t + \rho U_t U_{tx} = \lambda U_{xx} - P_x^*, \\ \rho_t + \rho_x U_t = k(\rho_F^0 - \rho)P_{xx}^*, \\ (Q_F)_t + (Q_F)_x U_t = k(1 - Q_F)P_{xx}^*, \\ (CQ_F)_t + (CQ_F)_x U_t + 2CQ_t U_{tx} = kS(CP_x^*)_x + DC_{xx}, \end{array} \right. \quad (1.1)$$

де $U = U(t, x)$; $\rho = \rho(t, x)$; $P^* = P(t, x)$; $Q_F = Q_F(t, x)$; $C = C(t, x)$; $U_{xx} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$; $U_t = \frac{\partial U}{\partial t}$;
 $k > 0, \lambda > 0, D \geq 0, \rho_F^0 > 0, 0 \ll S \ll 1 - const$,

У нестационарному випадку система (1.1) не є інтегрованою, тому для пошуку точних розв'язків був прийнятий класичний метод Лі [2].

Оскільки система допускає додаткову симетрію Лі, то можливі нові редукції систем, як наслідок, нові точні розв'язки даної нелінійної моделі. Побудуємо графіки отриманих точних розв'язків в середовищі Maple.

Наприклад, розглянемо точний розв'язок системи (1.1), при відповідних спрощеннях параметрів та застосувавши перетворення зсуву $x \rightarrow x + x_0$ ($x_0 > 0$) у вигляд (1.2).

$$\begin{aligned}
 U(t, x) &= t(\alpha + \frac{\alpha t - 2x - 2x_0}{k\rho_F^0}), \\
 \rho(t, x) &= \rho_F^0, \\
 P^*(t, x) &= C_2 - \frac{2}{k^2\rho_F^0}(x + x_0 - \alpha t)^2, \\
 Q_F(t, x) &= 1 - \frac{C_4}{(x + x_0 - \alpha t)^2}, \\
 C(t, x) &= C_5 \exp\left(-\frac{(x + x_0 - \alpha t)^2}{Dk\rho_F^0}\right) \cdot (x + x_0 - \alpha t)^{1 + \frac{2C_4}{Dk\rho_F^0}}.
 \end{aligned} \tag{1.2}$$

Побудуємо поверхні, що представляють функції $U(t, x)$; $P^*(t, x)$, $Q_F(t, x)$ та $C(t, x)_F$ при відповідних значеннях параметрів: $\alpha = 2$, $D = 1$, $C_2 = 13$, $C_4 = 1/4$, $C_5 = 3$, $\rho_F^0 = 10$, $k = 1/2$, $x_0 = 3$. При наведених значеннях параметрів отримаємо позитивні значення даних функцій, тобто пороєластичний шар розширюється, для випадку стискання шару необхідно розглянути наступні значення параметрів: $\alpha = -0,2$, $D = 1$, $C_2 = 2$, $C_4 = 1$, $C_5 = 3$, $\rho_F^0 = 10$, $k = 1/2$, $x_0 = 2$.

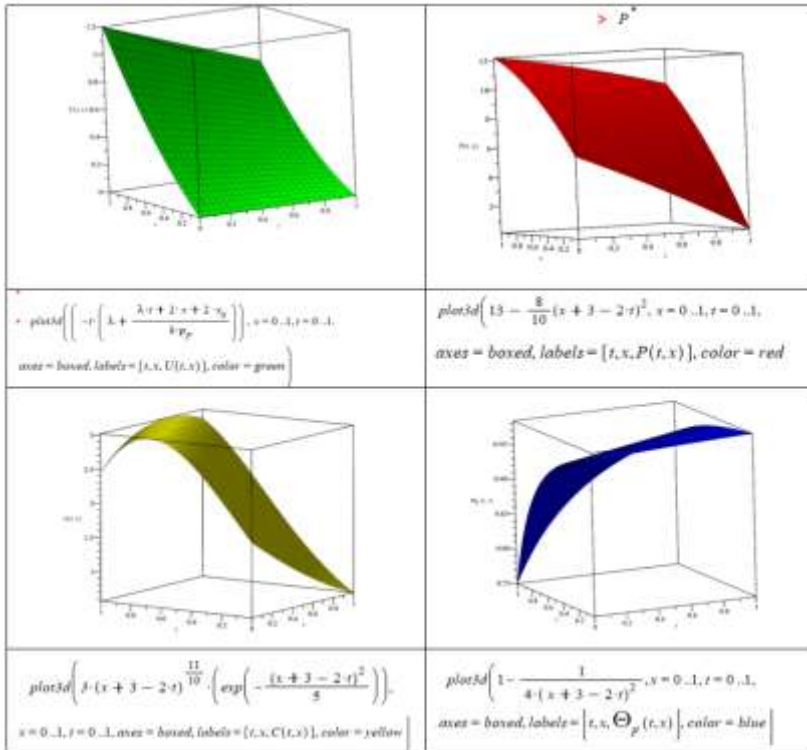


Рис.1. Поверхні зазначених функцій

Аналіз часткових розв'язків, дозволив отримати значення параметрів, при яких отримані розв'язки математичної моделі транспортування рідини в пороеластичних матеріалах мають конкретні фізичні характеристики.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Cherniha, R.; Stachowska-Pietka, J.; Waniewski, J. A Mathematical Model for Transport in Poroelastic Materials with Variable Volume: Derivation, Lie Symmetry Analysis, and Examples. *Symmetry* 2020, 12, 396. <https://doi.org/10.3390/sym12030396>.
2. Cherniha, R.; Stachowska-Pietka, J.; Waniewski, J. A mathematical model for two solutes transport in a poroelastic material and its applications. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat* 132 (2024) 107905 <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2024.107905>.

Список використаних джерел

1. Бідюк П. І., Гожий О. П. Ймовірісно-статистичні методи моделювання і прогнозування: [монографія]. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2014. – 440 с. ISBN 978-966-336-320-2.
2. Nielsen A. Practical Time Series Analysis. Prediction with Statistics and Machine Learning. O'Reilly Media, Inc. – 2019. – 504 p. ISBN 978-1492041658.
3. Moore A. Hidden Markov Models. Lecture notes, School of Computer Science, Carnegie Mellon University. URL: <https://perma.cc/K3HP-28T8>.
4. Harvey A. Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. Cambridge: Cambridge University Press. 1990. 554 p. doi:10.1017/CBO9781107049994
5. Kalinina I.A., Gozhyj A.P. Modeling and forecasting of nonlinear nonstationary processes based on the Bayesian structural time series. *Applied Aspects of Information Technology*, Vol. 5, No. 3, 2022, pp. 240-255. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.05.2022.17>

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ОЦИФРОВАНИХ ДОКУМЕНТІВ
ІЗ РУКОПИСНИМИ СИМВОЛАМИ У ДЕРЖАВНОМУ СЕКТОРІ**

В умовах високих темпів інформатизації усіх сфер сучасного суспільства найбільш зручним механізмом зберігання та використання інформації є електронний формат. У державному секторі зростає актуальність перенесення інформації із паперових на електронні носії, оскільки існує велика кількість документів, які потребують цифровізації. Оцифровані документи можна легко зберігати, отримувати до них доступ, сумісно використовувати та аналізувати. Подальше використання таких документів досить часто потребує розпізнавання оцифрованої інформації для її подальшої обробки. Створення інформаційних систем, які автоматизують етапи цих процесів, дозволяє суттєво зменшити час обробки інформації в органах публічного управління та спряє підвищенню якості їх роботи.

Урядові установи на всіх рівнях мають справу з великими обсягами оцифрованих даних у різних форматах, а вилучення необхідної інформації з цих документів є складним завданням. Оцифровані документи, що зберігаються, зазвичай є зображеннями сканованих сторінок, які містять друкований та рукописний текст. Існуючі на ринку програмного забезпечення програмні засоби та хмарні сервіси добре справляються із задачею розпізнавання зображень друкованого тексту. Однак розпізнавання рукописних символів за їх зображенням на сьогоднішній день не є вирішеним у повному обсязі. Це обумовлює потребу у створенні орієнтованих та конкретну предметну сферу програмних засобів, які б справлялися з задачею розпізнавання документів, що містять рукописний текст.

Автоматизація обробки та аналізу документів дозволяє швидше їх обробляти та долати вузькі місця ручного введення й обробки даних. Вилучені зі сканованих сторінок дані перетворюються у контент, який можна редагувати після верифікації. Етап перевірки, чи правильно було здійснено розпізнавання інформації, повністю автоматизувати не можна. Він передбачає перевірку розпізнаних елементів тексту людиною, яка має можливість редагувати неправильно введені дані. Після перевірки етап обробки вилучених даних відповідно до їх

призначення може бути автоматизовано шляхом розробки відповідного програмного забезпечення.

Метою роботи є виявлення основних етапів обробки оцифрованих документів із рукописними символами в органах державного управління та аналіз і обґрунтування перспективних напрямів застосування сучасних методів і технологій, які можуть бути задіяні при створенні систем, спрямованих на автоматизацію робочих процесів на кожному з цих етапів.

Для автоматизованого розпізнавання тексту на зображеннях сканованих сторінок застосовують оптичне розпізнавання символів (англ. Optical Character Recognition, OCR) та машинне навчання, використовуючи різні підходи та методи: ознакові та шаблонні алгоритми, нейронні мережі прямого поширення, рекурентні нейронні мережі, алгоритми опорних векторів (англ. Support Vector Machine, SVM), k-ближніх сусідів (англ. K-Nearest Neighbours, KNN), випадкового лісу (англ. Random Forest, RF), згорткові нейронні мережі [1]. Ознакові алгоритми розглядають зображення як вектор ознак, а розпізнавання полягає у порівнянні його з набором еталонних векторів тієї ж розмірності. Шаблонні алгоритми порівнюють кожен символ із наявними шаблонами. Аналіз досліджень науковців дозволяє стверджувати, що найефективнішими для розпізнавання зображень є моделі згорткових нейронних мереж (англ. Convolutional Neural Network, CNN). Процес розпізнавання рукописних текстів на зображеннях умовно можна розділити на два етапи: етап сегментації зображення на рядки, слова та символи та етап розпізнавання символів. Існує багато моделей згорткових нейронних мереж, які досягають високої точності класифікації й є найбільш прийнятним інструментом для розпізнавання зображень окремих символів. Вони мають різну архітектуру, яка базується на чергуванні згорткових та субдискретизуючих шарів пулінгу (англ. pooling) (рис. 1).

Сутність згортки полягає у тому, що кожен фрагмент зображення множить на матрицю – ядро згортки поелементно, а результат підсумовується і записується у аналогічну позицію вихідного зображення – формується карта ознак.

Операція пулінгу дозволяє суттєво зменшити об'єм зображення. Для запобігання перенавчання мережі додають шари нормалізації та шари Dropout, налаштовані на випадкове виключення частки нейронів у шарі. Для навчання згорткової нейронної мережі найбільш розповсюдженим є застосування алгоритму, що базується на методі градієнтного спуску та його модифікації: SGD, Adam, AdaGrad, AdaDelta. У згорткових шарах зазвичай використовують функцію активації ReLu, яка видає

вихідне значення, якщо воно більше або рівне 0, та нуль у протилежному випадку.

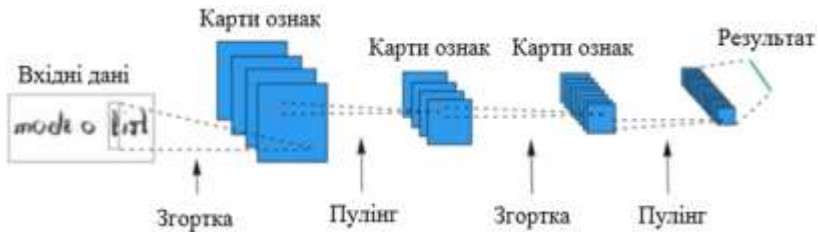


Рис.1. Архітектура CNN для розпізнавання символів

Вихідний шар має кількість нейронів, яка рівна кількості символів, що розпізнаються і функцію активації softmax для виведення ймовірнісних прогнозів кожного класу:

$$z_i = \frac{\exp(y_i)}{\sum_{j=1}^n \exp(y_j)}, \quad (1)$$

де z_i – шукане значення виходу i -го нейрона, y_i – вихідне значення виходу i -го нейрона.

У випадку використання функції softmax коректним є застосування логістичної функції втрат, яка оцінює ймовірність розпізнавання символу:

$$\text{loss} = -\sum_{i=1}^n y_i \log(\bar{y}_i), \quad (2)$$

де y_i – необхідне значення виходу поточного навчаючого прикладу, $\bar{y}_i$ – реальний вихід нейронної мережі.

У системах автоматизованої обробки оцифрованих документів вхідними даними є їх зображення, яке потребує сегментації з метою виявлення структури документів та виділення текстових блоків і окремих символів. Вихідними даними є символи, які ідуть у порядку їх розпізнавання і формують текст, який може містити числа та дати. Перед сегментацією здійснюють попередню обробку зображення, яка передбачає переведення зображення у градації сірого кольору, розраховуючи яскравість кожного пікселя за формулою:

$$I = R \cdot 0.299 + G \cdot 0.587 + B \cdot 0.144, \quad (3)$$

де R , G , B – червоний, зелений та синій канали відповідно.

Далі проводять бінаризацію зображення, установлюючи колір кожного пікселя рівним 1, якщо його яскравість більша за порогове значення I_n яскравості, та 0 у протилежному випадку. Глобальний поріг бінаризації визначають за формулою:

$$I_n = (I_{\max} + I_{\min}) / 2, \quad (4)$$

де $I_{\max}$ та $I_{\min}$ – максимальне та мінімальне значення яскравості пікселів на зображенні.

Однак для покращення точності розпізнавання застосовують більш складні методи вибору порогу, що базуються на гістограмі, кластеризації, ентропії та локальних адаптивних методах.

Проведене дослідження дозволило установити, що системи розпізнавання, створені на основі згорткових нейронних мереж, добре справляються із розпізнаванням окремих рукописних символів з точністю 99% і більшою. Проте точність розпізнавання документів, які містять рукописний текст, не є високою. Це обумовлено серйозними технічними труднощами сегментації почерку зі злитим написанням символів. Максимальна точність розпізнавання рукописного тексту досягає величин від 55 до 75%. Тому для подальшої обробки вилученої інформації необхідна перевірка розпізнаних елементів тексту людиною та її редагування у разі необхідності. Аналіз досліджень науковців дозволив виділити наступні етапи автоматизованої обробки оцифрованих документів із рукописними символами [2]: 1) зчитування зображення; 2) попередня обробка зображення; 3) сегментація; 4) розпізнавання символів; 5) виправлення помилок та редагування; 6) отримання розпізнаного тексту; 7) подальша обробка та використання вилучених даних. Ці кроки виконуються послідовно і результат кожного кроку подається на вхід наступного кроку.

Сегментація для рукописного тексту включає: 1) сегментацію рядків: виділення на зображенні лініями фрагментів слів; 2) сегментацію слів: виділення фрагментів, які містять слова – роздільником є пробіл; 3) сегментацію символів: розділення зображень слів на окремі символи. Для сегментації тексту на рядки та слова використовують метод гістограм, який передбачає побудову гістограм чорних пікселів зображення. Алгоритм базується на припущенні про те, що кількість чорних пікселів у інтервалах між рядками є суттєво меншою, ніж у рядках тексту. Аналогічно здійснюють сегментацію рядків та слова. Для сегментації слів на символи застосовують нейромережеві методи та метод зв'язних компонент. При вилученні даних зі структурованих та напівструктурованих документів, які повністю або частково мають певний формат – містять таблиці, форми або стандартизовані шаблони, сегментації тексту полегшується, а точність розпізнавання є більш високою. Для виділення фрагментів

зображення, бінаризації та сегментації може бути використана бібліотека з відкритим програмним кодом OpenCV, яка реалізована на C/C++ та підтримує інші мови програмування: Python, JavaScript, MATLAB.

Архітектура згорткової нейронної мережі, призначеної для розпізнавання сегментованих рукописних символів, повинна враховувати специфіку оцифрованих документів. Якщо для подальшої обробки з оцифрованих документів вилучають дані числових форматів, то на виході нейронної мережі повинно бути 10 нейронів, які відповідають кількості цифр, що розпізнаються. Для навчання та тестування такої мережі доцільно використовувати набір даних MNIST, який містить 70 тисяч зображень із рукописними цифрами. Для прискорення роботи мережі та швидкості навчання значення пікселів може бути інвертоване та нормоване. Якщо з оцифрованих документів необхідно вилучати текстову інформацію, архітектура згорткової нейронної мережі на виході повинна мати кількість нейронів, рівну кількості символів, які розпізнаються. У державному секторі нашої країни оцифровані документи містять в основному символи кирилиці, проте можуть зустрічатися символи латиниці. Для навчання мережі, яка повинна розпізнавати такі символи, доцільно застосовувати набори даних EMNIST, CoMNIST, що містить зображення рукописних символів на латиниці та кирилиці.

Таким чином, проведене дослідження дозволило установити основні етапи, які повинна містити автоматизована система обробки оцифрованих документів та виявити методи і алгоритми, які доцільно застосовувати на кожному з цих етапів. З'ясовано, що для підвищення ефективності таких систем необхідно враховувати специфіку документів, які опрацьовують у різних органах державної влади, шляхом розробки і впровадження різних архітектур згорткових нейронних мереж та блоків автоматизованої обробки розпізнаного тексту з рукописними символами.

Список використаних джерел

1. Baviskar D., Ahirrao S., Potdar V., Kotecha K. Efficient Automated Processing of the Unstructured Documents using Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review and Future Directions. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9, pp. 72894-72936. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3072900.
2. Ali S., Shaukat Z., Azeem M. et al. An efficient and improved scheme for handwritten digit recognition based on convolutional neural network. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*. 2023. Vol. 1, Iss. 9. doi: 10.1007/s42452-019-1161-5.

Брагінець О. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

доцент кафедри ІС,

ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна,

Магда О. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей,

НТУУ КПІ імені І. Сікорського, Київ, Україна

ПОБУДОВА ТОЧНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ УЗАГАЛЬНЕНИХ РІВНЯНЬ КОРТЕВЕГА-ДЕ ФРІЗА ЗІ ЗМІННИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ МЕТОДОМ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ

Розглянуто застосування методу еквівалентності до побудови точних розв'язків узагальнених рівнянь КдФ та мКдФ. Доповідь базується на результатах статті <https://doi.org/10.15407/dopovidi2023.06.003>.

Багато модельних рівнянь для різноманітних хвильових процесів можуть бути зведені до класичного рівняння Кортевега–де Фріза (рівняння КдФ), модифікованого рівняння КдФ (рівняння мКдФ) або їхніх узагальнень. Це пояснює великий інтерес дослідників до пошуку нових і застосуванню вже відомих методів побудови точних розв'язків таких рівнянь. На жаль, більшість запропонованих методів призводять до еквівалентних форм вже відомих розв'язків. Це пояснюється тим, що еквівалентність моделей і відповідних розв'язків не досліджуються систематично. Головним інструментом для дослідження трансформаційних властивостей в класах диференціальних рівнянь є групоїди еквівалентності, строгу теорію яких розроблено в роботі [1].

У роботах [2, 3] показано, що застосування перетворень еквівалентності є ефективним інструментом для знаходження точних розв'язків, розв'язання задач групової класифікації, а також дослідження інтегровності диференціальних рівнянь з частинними похідними.

Узагальнені рівняння КдФ та мКдФ зі змінними коефіцієнтами. У роботі [4] об'єктами дослідження є два класи узагальнених рівнянь КдФ та мКдФ з коефіцієнтами, що залежать від часової змінної, для побудови точних розв'язків яких буде застосовано метод еквівалентності. Цей метод полягає у застосуванні перетворень з групи еквівалентності класу до відомих розв'язків та відповідних рівнянь з

класу (зазвичай зі сталими коефіцієнтами) для побудови нових розв'язків подібних рівнянь з класу зі змінними коефіцієнтами.

Перший клас містить узагальнені рівняння МКдФ зі змінними коефіцієнтами

$$u_t + f(t)u^2u_x + g(t)u_{xxx} + h(t)u + p(t)u_x + k(t)uu_x + l(t) = 0, \quad (1)$$

де f, g, h, p, k, l – довільні гладкі функції змінної t з умовою $fg \neq 0$. Точні розв'язки деяких рівнянь з такого класу нещодавно було побудовано в роботі [6], використовуючи такі методи, як прямий метод редукції Кларксона–Крускала та “анзац”-метод, що базується на сумісності з рівнянням Ріккаті.

Другий клас складається з рівнянь типу КдФ

$$u_t - 3Mg(t)uu_x + g(t)u_{xxx} + 2q(t)u + (p(t) + q(t)x)u_x = 0, \quad (2)$$

де g, p, q – довільні гладкі функції змінної t з умовою $g \neq 0$, а M – ненульова стала.

Для обох класів знайдено групоїди еквівалентності, критерії звідності рівнянь зі змінними коефіцієнтами до рівнянь зі сталими коефіцієнтами з тих самих класів та продемонстровано ефективність методу еквівалентності для побудови точних розв'язків.

Групи еквівалентності для рівнянь (1) та (2). Спочатку дослідимо групоїд еквівалентності класу (1), використовуючи прямий метод [5]. Отримані результати повністю узгоджуються із результатами дослідження допустимих перетворень для ширшого класу рівнянь МКдФ, отриманих у роботі [2]. Справедлива

Теорема 1. *Клас (1) є нормалізованим у звичайному сенсі. Група еквівалентності цього класу складається з перетворень*

$$\tilde{t} = \alpha(t), \quad \tilde{x} = \beta x + \gamma(t), \quad \tilde{u} = \theta(t)u + \psi(t), \quad (3)$$

де $\alpha, \gamma, \theta, \psi$ – гладкі функції змінної t , причому $\alpha_t \theta \neq 0$; β – ненульова стала. Перетворення довільних елементів класу (1) мають вигляд:

$$\begin{aligned} \tilde{f} &= \frac{\beta}{\alpha_t \theta^2} f, \quad \tilde{g} = \frac{\beta^3}{\alpha_t} g, \quad \tilde{h} = \frac{1}{\alpha_t} \left(h - \frac{\theta_t}{\theta} \right), \quad \tilde{p} = \frac{1}{\alpha_t} \left(\beta p + \beta \frac{\psi^2}{\theta^2} f - \beta \frac{\psi}{\theta} k + \gamma_t \right), \\ \tilde{k} &= \frac{\beta}{\alpha_t \theta} \left(k - 2 \frac{\psi}{\theta} f \right), \quad \tilde{l} = \frac{1}{\alpha_t} \left(\theta l - \psi h - \psi_t + \psi \frac{\theta_t}{\theta} \right). \end{aligned}$$

Знайдений групоїд еквівалентності дозволяє сформулювати

критерій звідності рівнянь з класу (1) до класичного рівняння мКдФ

$$\tilde{u}_t + 6\tilde{u}^2\tilde{u}_x + \tilde{u}_{\tilde{x}\tilde{x}\tilde{x}} = 0. \quad (4)$$

Рівняння з класу (1) є подібним до класичного рівняння мКдФ (4) тоді і тільки тоді, коли його коефіцієнти задовольняють умовам:

$$h = \frac{1}{2} \frac{f_t}{f} - \frac{1}{2} \frac{g_t}{g}, \quad l = \frac{k}{2f} \left(\frac{k_t}{k} - \frac{1}{2} \frac{f_t}{f} - \frac{1}{2} \frac{g_t}{g} \right). \quad (5)$$

Відповідне перетворення з групи $G^\cdot$ має вигляд

$$\begin{aligned} \tilde{t} &= c_1^3 \int g(t) dt + c_0, \quad \tilde{x} = c_1 \left(x + \int \left(\frac{k(t)^2}{4f(t)} - p(t) \right) dt \right) + c_2, \\ \tilde{u} &= \sqrt{\frac{f(t)}{6c_1^2 g(t)}} \left(u + \frac{k(t)}{2f(t)} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Дослідження допустимих перетворень в класі (2) прямим методом дозволяє сформулювати таку теорему.

Теорема 2. *Клас (2) є нормалізованим в узагальненому розширенорму сенсі. Його група еквівалентності складається з перетворень*

$$\tilde{t} = \alpha(t), \quad \tilde{x} = \beta(t)x + \gamma(t), \quad \tilde{u} = \frac{1}{\beta^2(t)} \left(\delta_1 u + \delta_2 e^{-2 \int q(t) dt} \right),$$

де α, β, γ – гладкі функції змінної t , δ_1, δ_2 – дійсні сталі; причому $\alpha_t \beta \delta_1 \neq 0$. Перетворення довільних елементів класу (2) мають вигляд:

$$\begin{aligned} \tilde{M} &= \frac{M}{\delta_1}, \quad \tilde{g} = \frac{\beta^3}{\alpha_t} g, \quad \tilde{q} = \frac{1}{\alpha_t} \left(q + \frac{\beta_t}{\beta} \right), \\ \tilde{p} &= \frac{1}{\alpha_t} \left(\beta p - \gamma q + \gamma_t - \gamma \frac{\beta_t}{\beta} + 3M \frac{\delta_2}{\delta_1} \beta g e^{-2 \int q(t) dt} \right). \end{aligned}$$

Група еквівалентності класу (2) є узагальненою, оскільки перетворення змінної u залежить від довільного елемента q , та розширеною, оскільки ця залежність не є локальною [1].

Поклавши в теоремі 2 значення нових довільних елементів $\tilde{M} = 2$,

$\tilde{g} = 1$, $\tilde{q} = \tilde{p} = 0$, можна показати, що будь-яке рівняння з класу (2) зводиться до класичного рівняння КдФ

$$\tilde{u}_{\tilde{t}} - 6\tilde{u}\tilde{u}_{\tilde{x}} + \tilde{u}_{\tilde{x}\tilde{x}\tilde{x}} = 0 \quad (7)$$

за допомогою відповідного точкового перетворення з групи еквівалентності (див. також [2, приклад 4]). Таке перетворення, параметризоване довільними елементами класу, має вигляд:

$$\tilde{t} = \varepsilon_1^3 \int g(t) e^{-3 \int q(t) dt} dt + \varepsilon_0, \quad (8)$$

$$\tilde{x} = \varepsilon_1 e^{-\int q(t) dt} x + \int e^{-\int q(t) dt} \left(\varepsilon_2 g(t) e^{-2 \int q(t) dt} - \varepsilon_1 p(t) \right) dt + \varepsilon_3,$$

$$\tilde{u} = \frac{M}{2\varepsilon_1^2} e^{2 \int q(t) dt} u - \frac{\varepsilon_2}{6\varepsilon_1^3}, \quad (9)$$

де ε_j , $j = 0, 1, 2, 3$, – довільні сталі з умовою $\varepsilon_1 \neq 0$. Тоді формула для побудови розв'язків рівнянь (2) з використанням відомих розв'язків рівняння (7) має вигляд

$$u = \frac{2\varepsilon_1^2}{M} e^{-2 \int q(t) dt} \left[\tilde{u}(\tilde{t}, \tilde{x}) + \frac{\varepsilon_2}{6\varepsilon_1^3} \right], \quad (10)$$

де $\tilde{u}$ – точний розв'язок рівняння (7), а змінні $\tilde{t}$ і $\tilde{x}$ повинні бути замінені на вирази (8) і (9), відповідно.

У даній роботі досліджено трансформаційні властивості класів узагальнених рівнянь КдФ та мКдФ зі змінними коефіцієнтами (1) та (2), а також продемонстровано ефективність методу еквівалентності для побудови точних розв'язків таких рівнянь. Зокрема, було знайдено групоїди еквівалентності обох класів рівнянь, обидва класи є нормалізованими у звичайному сенсі, отже, всі допустимі перетворення в таких класах породжуються перетвореннями з відповідних звичайних груп еквівалентності. Це дозволило сформулювати критерії звідності рівнянь з класів (1) та (2) зі змінними коефіцієнтами до класичних рівнянь КдФ та мКдФ.

Ми показали, що кожне рівняння з класу (2) подібне до класичного рівняння КдФ (7) відносно точкового перетворення. Для таких рівнянь підхід, заснований на еквівалентності [2], працює набагато краще, ніж інші існуючі методи, оскільки дозволяє використовувати різноманітні відомі розв'язки класичного рівняння КдФ.

У випадку класу (1) повної подібності немає, рівняння зводяться до класичного рівняння мКДФ тоді й лише тоді, коли їхні коефіцієнти задовольняють умовам (5). У такому випадку метод еквівалентності може бути застосований для відповідного підкласу класу (1), виокремленому умовами (5). Тим не менш застосування методу еквівалентності дозволяє побудувати для цього підкласу ширші сім'ї точних розв'язків, ніж ті, що були знайдені нещодавно в [6].

Список використаних джерел

1. Vaneeva, O.O., Bihlo, A., Popovych, R.O. (2020) Generalization of the algebraic method of group classification with application to nonlinear wave and elliptic equations. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, 91, 105419, 28 pp. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2020.105419>
2. Popovych, R.O., Vaneeva, O.O. (2010) More common errors in finding exact solutions of nonlinear differential equations: Part I. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simulat.*, 15, No. 12, pp. 3887–3899. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2010.01.037>
3. Kuriksha, O., Pošta, S., Vaneeva, O. (2014) Group classification of variable coefficient generalized Kawahara equations. *J. Phys. A: Math. Theor.*, 47, 045201. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/47/4/045201>
4. Ванєєва О.О., Брагінець О.В., Жалій О.Ю., Магда О.В. (2024). Точні розв'язки узагальнених рівнянь Кортевега-де Фріза зі змінними коефіцієнтами. *Доповіди НАН України*, (6), 3–11. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2023.06.003>
5. Kingston, J.G., Sophocleous, C. (1998) On form-preserving point transformations of partial differential equations. *J. Phys. A: Math. Gen.*, 31, pp. 1597–1619. <https://doi.org/10.1088/0305-4470/31/6/010>
6. El-Shiekh, R.M., Gaballah, M. (2022) New analytical solitary and periodic wave solutions for generalized variable-coefficients modified KdV equation with external-force term presenting atmospheric blocking in oceans. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 7, No. 4, pp. 372–376. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2021.09.003>

Калініна І. О.,
д-р техн. наук, доцент, професор (б. в. з.) кафедри ІС,
Гожий О. П.,
д-р техн. наук, професор, професор кафедри ІС,
ЧНУ ім. П. Могили, Миколаїв, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКОЇ МОДЕЛІ СТРУКТУРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Ефективне прогнозування майбутніх станів реальної складної системи на основі часових рядів залишається завданням для досліджень, в основному через *нелінійну* та *нестационарну* динамічну поведінку системи та різні їх варіанти в досліджуваних системах. Проблема обліку та обробки *нелінійностей* та *нестационарностей* при прогнозуванні часових рядів є одним із головних завдань побудови адекватних прогнозних моделей досліджуваного процесу. Моделі даного типу повинні включати повне уявлення динаміки нелінійних і нестационарних систем на основі спостережуваних фактичних даних.

Одним із методів обробки *нелінійностей* та *нестационарностей* є Байєсівський підхід [1]. До методології байєсівського підходу відносять наступні методи: рекурсивна байєсівське оцінювання: фільтрація, прогнозування, згладжування змінних; приховані марківські моделі; оптимальні рекурсивні фільтри Калмана (KF); гранулярні (*particle*) фільтри (PMF, PF); статичні байєсівські мережі (*static Bayesian networks* – BN); динамічні байєсовські мережі (*dynamic Bayesian networks* – DBN); моделі марківської локалізації (*Markov localization* – ML models); байєсівські карти (BM); байєсівський метод обробки даних та прийняття рішень на основі ієрархічних моделей; байєсівська регресія (BR), узагальнені лінійні моделі (GLM); байєсівські структурні часові ряди (BSTS) [1,2,3,4].

Застосування байєсівських структурних часових рядів (BSTS) для прикладу використано для вирішення завдання прогнозування цін акцій компанії *Amazon*. Базовим набором даних є *amzn_share*, який містить значення цін акцій компанії на момент закриття торгів у період з 1 січня 2016 р. по 26 травня 2019 р. Дані є частиною багатовимірного часового ряду та були взяті сайту <https://finance.yahoo.com/>.

Після завантаження проведено аналіз структури та типів даних, виконано обробку пропущених значень. Дані характеризуються нерегулярною реєстрацією спостережень, що призводить до великої кількості пропущених значень та маскуванню можливих сезонних

коливань. Це робить завдання прогнозування досить важким.

Для відновлення пропусків у часовому ряду *amzn_share* використано метод лінійної інтерполяції. Перші три спостереження з пропусками були видалені. На рис. 1 представлено візуалізація динаміки цін акцій компанії *Amazon*.

За допомогою набору статистичних тестів (ADF, KPSS, PP) вихідний ряд перевірено на стаціонарність. Результатом перевірки став висновок про *нестационарність* процесу, який відображений набором значень часового ряду, що спостерігаються. *Нестационарність* процесу підтверджується характером значень вибірових автокореляційних функцій ACF та PACF.

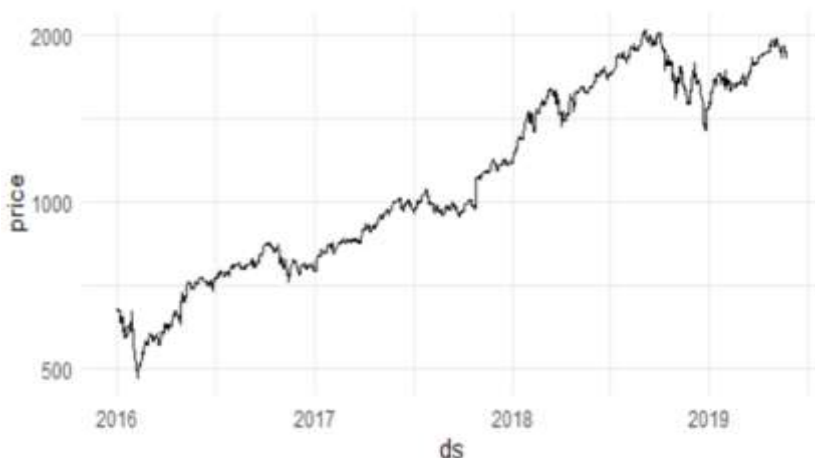


Рис.1. Візуалізація динаміки цін акцій компанії *Amazon*

Важливою умовою для побудови надійних прогнозних моделей на основі методу байєсівських структурних часових рядів є визначення та ідентифікація структури часового ряду. Для декомпозиції вихідного ряду складові його компоненти застосований метод STL .

Візуальний аналіз даних дозволив визначитися із методом моделювання. Насамперед слід врахувати домінуючу роль присутнього в даних тренду, що представляє *нелінійну* та *нестационарну* поведінку. Є також шаблони, що відображають сезонну поведінку даних, які потрібно відобразити в моделях. Проте ступінь їхнього впливу значно менший.

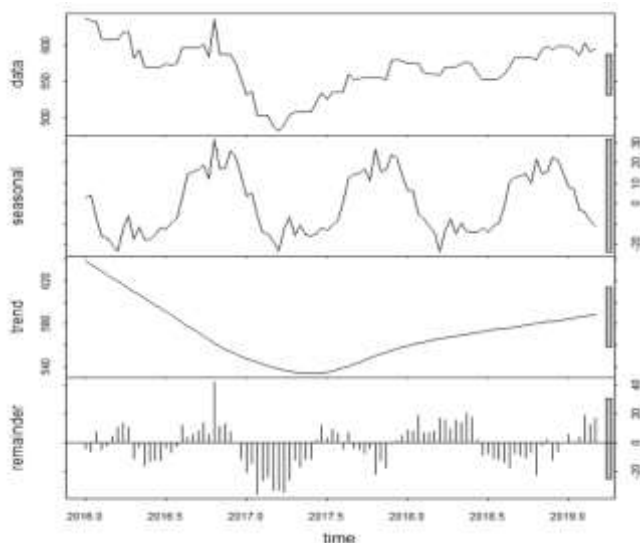


Рис.2. STL-розкладення ВР цін акцій компанії *Amazon*

Перед початком процесу побудови прогнозних моделей вихідний набір даних було розбито на дві частини: навчальну та тестову вибірки. Тестова вибірка складається з 14 спостережень, що відповідає прогнозному горизонту завдовжки 14 днів короткострокового прогнозування.

Адаптація структурних моделей часових рядів виконується за допомогою фільтра Калмана та методу Монте-Карло за схемою марківських ланцюгів (MCMC) [5]. Для оцінювання та регуляризації коефіцієнтів регресії використовується метод «*spike-and-slab*». За допомогою метода кожному коефіцієнту регресії присвоюється певна попередня ймовірність того, що він дорівнює нулю. Далі ймовірність включення оновлюється, використовуючи вихідні дані та теорему Байеса. Наступним кроком є MCMC-семплювання коефіцієнтів з отриманих апостеріорних розподілів. Тоді більшість заданих значень коефіцієнтів регресії виявляються рівними нулю [5].

При формуванні структурної моделі на основі попереднього аналізу часового ряду розглянуто різні альтернативні моделі для підбору найкращої з них.

При формуванні структурної моделі на основі попереднього аналізу часового ряду розглянуті різні альтернативні моделі для підбору найкращої з них. У таблиці 1 представлені досліджувані моделі [5].

Однією із значних переваг байєсівської структурної моделі є можливість проаналізувати компоненти, що лежать в її основі. BSTS-модель дозволяє перевірити також і сезонні компоненти. Однак, розподіл параметрів є відносно стійким за часом для кожного дня тижня. Проте внесок сезонної компоненти загалом виявився дуже незначним, порівняно з вкладом тренду, що узгоджується також із результатом розвідувального аналізу вихідних даних. Важливою властивістю точкової моделі часового ряду є відсутність автокореляції у її залишках. Для візуальної перевірки використана діаграма, яка побудована на основі матриці із залишками моделі та складається з діаграм розмахів для апостеріорних розподілів автокореляційної функції. Адекватність моделей оцінювалася за тим, наскільки добре вони описували навчальні дані. Такий підхід супроводжується високим ризиком вибрати як оптимальну перенавчену модель.

Таблиця 1

Моделі, які досліджуються

Найменування моделі	Комплектація моделі
Model 1	Компонента локального тренду + компонента річної сезонності
Model 2	Компонента локального тренду + авторегресійна компонента
Model 3	Компонента локального тренду + компонента тижневої сезонності
Model 4	Компонента локального тренду + компонента тижневої сезонності + авторегресійна компонента
Model 5	Компонента стійкого локального лінійного тренду + авторегресійна компонента
Model 6	Компонента локального рівня + компонента річної сезонності
Model 7	Компонента локального рівня + авторегресійна компонента
Model 8	Компонента локального рівня + компонента місячної сезонності

Діагностика з використанням похибок наступного кроку лише частково допомагає застрахуватися від цього, і єдиним об'єктивним тестом якості моделі завжди буде точність її передбачень на незалежному наборі даних.

Прогнозні значення розраховані для моделей, в яких виявлено

найкращі показники якості. Прогнози порівняно з даними тестової вибірки. В якості критеріїв якості прогнозу для вибору оптимальної моделі використано такі критерії: середня абсолютна питома похибка прогнозів (MAPE), середня абсолютна похибка (MAE), квадратний корінь із середньоквадратичної похибки (RMSE) та U-статистика Тейла. Оскільки BSTS-моделі прогнозують велику кількість можливих реалізацій майбутніх значень залежної змінної, то для розрахунку критеріїв якості прогнозів були використані медіанні значення можливих реалізацій.

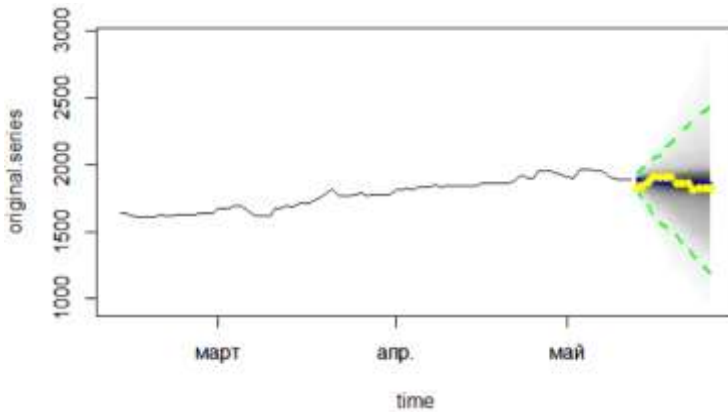


Рис.3. Візуалізація прогнозних значень на основі Model 7

На рисунку 3 представлена візуалізація прогнозних значень виконаних на основі Model 7. Чорною лінією виділено навчальні дані. Синьою лінією показані найімовірніші майбутні значення часового ряду. Навколо цієї лінії напівпрозорими чорними точками показані інші можливі реалізації майбутніх значень. Зелені уривчасті лінії обмежують 95%-ний довірчий інтервал прогнозованих значень. Вихідні дані подано за часовий період 90 днів, вони доповнені прогнозними значеннями для наступних 14 днів із виділеними квантилями 5% та 95%. Розкид прогнозних значень зростає зі збільшенням періоду прогнозування. Таким чином, на рисунку зображено лише останніх 90 спостережень з навчальних даних. Жовтими точками показані дані із тестової вибірки, що дозволяє візуально оцінити якість прогнозу . Приведений приклад використання Байєсівських структурованих часових рядів при вирішенні задачі прогнозування демонструє ефективність представленого підходу.

Кучеренко Є. А.,
магістр,
Кулаковська І. В.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри ІС
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

СИСТЕМА ДЛЯ ВИКОНАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТА ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ, ВАЛІДАЦІЇ ТА СТРУКТУРИЗАЦІЇ ДАНИХ

З початком повномасштабної війни росії проти України в активну фазу перейшла також і інформаційна війна, яку наразі можна спостерігати через щоденні витоки інформації, яка публікується на анонімних файлообмінниках та популярних месенджерах – наприклад, у Telegram. Витоки даних включають в себе не тільки пошкодження інфраструктури при цільових атаках, а також загрожують деанонімізацію багатьох українських користувачів – залежно від чутливості витоку даних та його масштабу. Також, окремим напрямком розвитку є використання технологій парсингу вебверсій сучасних застосунків та соціальних мереж – наприклад, WhatsApp та Telegram. Метою роботи є розробка системи для підвищення ефективності автоматизації обробки великих даних.

ETL і ELT системи – окремий клас підсистем для опрацювання великого масиву даних, який розшифровується як Extract-Transform-Load і ExtractTransform-Load. В абревіатурах та їхніх розшифровках уже містяться основи підходу до роботи з даними, які включають до свого складу три основні пункти: 1. Extract, 2. Transform, 3. Load. Для ETL і ELT систем пункти 2 і 3 – тобто «Transform» і «Load» – поміняні місцями, що в деяких випадках може поліпшити або прискорити процес оброблення даних або істотно вплинути на результат залежно від роду першочергових даних, які підлягають аналізу та обробленню.

Кожен з етапів незалежно від їхнього розташування (окрім етапу Extract, який за визначенням має йти першим) виконує певні функції. Так, першим етапом як ETL, так і ELT систем є процедура «Extract» – тобто «витяг» даних з будь-якого типу носія, сховища або зовнішнього першоджерела.

Прикладом корисної роботи цього етапу є парсинг – як приклад роботи із «зовнішніми» відносно системи даними, і по відношенню до яких – термін «Extract» – можна вважати роботою допоміжної програми-парсера, що збирає першочергові дані для роботи системи.

Іншим прикладом, як можна інтерпретувати цей етап, є робота із

«внутрішніми» відносно до системи даними – тобто, такими даними, які зберігаються у відносно незмінному фіксованому форматі – тобто, такими, що не залежать від доступності інших сервісів, наприклад веб-сайту, для якого проводиться процедура парсингу, що робить ці дані більш надійними для подальшої обробки. У такому разі термін «Extract» зазвичай інтерпретують як зчитування даних із зовнішнього носія (наприклад, жорсткого диска) до оперативної пам'яті пристрою, або зчитування даних із будь-якого виду БД (реляційних, нереляційних, векторних БД, озера даних (Data Lake) тощо) за допомогою відповідних СУБД.

Як було вказано, наступним етапом після вилучення певної частини даних у пам'ять пристрою можуть бути як етапи трансформації даних, так і їхнє завантаження. Більш простою та інтуїтивно зрозумілою є ETL-система – де другим етапом слугує етап трансформації даних.

Етап трансформації даних охоплює будь-яку закінчену і детерміновану низку операцій над даними, що призводить до їх фільтрації та/або зміни. Вид, кількість і тип таких операцій над даними - залежить від їхньої першочергової природи та типу - чи є дані, що підлягають трансформації, числовими чи такими, що належать до типу термінового типу, рівню та ступеню їхньої різниці між початковим станом і кінцевим бажаним результатом.

Прикладом найбільш елементарної трансформації може слугувати зміна регістру символів для рядка - наприклад, переведення всіх перших літер кожного слова у верхній регістр - для імен та прізвищ. Слід зазначити, що для певного набору вхідних даних кількість операції трансформації може дорівнювати нулю, якщо ці дані вже відповідають певним показником і бажаному результату. Також важливим зауваженням є те, що операції трансформації над даними - є рефлексивними - тобто сумарна робота з даними може дорівнювати нулю наприкінці роботи, якщо операції над даними «скасовують» одна одну, або іншими словами - виконують протилежні дії над даними - щодо іншої операції.

При розгляді прикладів щодо ETL-систем останнім пунктом є пункт «Load», тобто завантаження (або інакше «вивантаження») вже змінених даних у зовнішнє сховище, найчастіше СУБД, тип якого може не збігатися з типом сховища, з якого дані було вилучено.

Для ELT-систем основною різницею є те, що трансформація даних відбувається вже після їхнього завантаження до сховища, що робить такі системи більш стійкими до помилок, адже операції трансформації можна відмінити, повторити або змінити, виконавши їх в іншому порядку, враховуючи їхню можливу нетранзитивність, – просто заново прочитавши їх із зовнішнього сховища, яке вважається безумовно надійним на відміну від зовнішнього сховища, з якого спочатку зчитуються дані на етапі

«Extract», і яке може бути вже недоступне при повторенні трансформацій в інший період часу.

У розробленій автоматизованій системі очищення неструктурованих текстових даних з використанням конфігурованих файлів формату json запропоновано використати створену ETL систему, яка використовує та оперує поняттям «юніт» («unit») - одиничною незалежною одиницею, що здатна опрацьовувати певну кількість неструктурованої інформації, використовуючи перелік правил трансформації, які «прив'язані» до юніта та впливають на вхідні дані.

За такого гранульованого підходу стає можливим виконувати такі маніпуляції з даними як: – призначення певному юніту - індекси стовпців файлу формату CSV (Comma Separated Value), що підлягає обробці; – використовувати техніку «чорних» і «білих» списків для фільтрації вхідних значень для кожного юніта на етапі тонізації даних; – легко розширювати операції трансформації - просто додаючи виклик нових функцій до постійно закріпленого за певним юнітом списку функцій трансформації; – розробити систему «антипатернів», що дає змогу юніту викликати функції інших юнітів, для додаткової перевірки, чи не належать дані та їхнє токнізоване подання - до інших юнітів, і чи не варто в такому разі застосувати до них інші правила трансформації; – використовувати один юніт «під виглядом іншого» – коли юніт перебирає на себе список функцій трансформацій і всі інші налаштування - іншого юніта. Описаний підхід має багато переваг, і наведений список не є повним.

Етапи роботи ETL системи: – завантаження сирих даних; – читання даних; – читання повністю за одну транзакцію; – читання по частинах; – розбиття даних на окремі рядки;

– розбиття кожного окремого рядка – на стовпці. Кожен отриманий стовпець – має на увазі «внутрішнє» розбиття за іншим роздільником: – так; – ні. Для кожного рядка: – початковий мапінг отриманих стовпців до «юнітів» ETL-системи; – проведення трансляції сирих даних. Виклик усіх заданих функцій etl-юніта на вхідних сирих даних; – мапінг очищених стовпців у потрібному порядку – наприклад, об'єднання кількох стовпців в один. «Схлопування» рядків за заданою ознакою (стовпчиком) – задається стовпець, який не враховується як унікальна ознака, і якщо рядки без урахування даних у цьому стовпчику/стовпчиках однакові, вони вважаються дублікатами.

У дослідженні було розроблено автономну напів-автоматизовану систему обробки великих даних з використанням конфігураційних файлів у форматі JSON – які були використані для швидкого налаштування системи та дозволили виконувати валідацію та очищення даних у різних інформаційних доменах - тобто даних, що відносяться до різної предметної

галузі. Гнучкість обробки даних великого об'єму була досягнена завдяки можливості розбиття вхідного файлу або потоку на окремі частини, очищенні дані з яких – об'єднуються наприкінці процесу роботи системи.

Отримана архітектура застосунку дозволяє не тільки швидко виконувати налаштування системи, але й без особливих проблем додавати новий функціонал до застосунку – без внесення змін у логіку основного конвеєра даних – шляхом створення незалежних функцій-обробників зі своєю окремою логікою, яка може бути додана до основного переліку функцій обробників – для певного вхідного вижу даних – у довільному порядку.

Також у роботі продемонстровано основи лексичного аналізу та токенизації даних та частково розглянуто випадки, що можуть вважатися межовими – для певних доменів даних, наприклад – обробку ПІБ людини, що знаходиться всередині довільного рядка та з заздалегідь невідомим розташуванням відносно інших токена цього рядка. Наприкінці роботи було наведено декілька окремих прикладів, що демонструють процес налаштування та результат роботи системи.

Список використаних джерел:

1. Гончарук, Л. В. (2019). JSON: сучасний формат обміну даними. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Комп'ютерні науки, (14), 5-10.
2. Євдокименко, В. А. (2018). Інтелектуальний аналіз текстів з використанням JSON. Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, (164), 35-40.
3. Коваленко, О. М. (2019). JSON: порівняльний аналіз з іншими форматами обміну даними. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», (124), 102-107.
4. The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data / Ralph Kimball, Joe Caserta, 2004. ISBN-13: 978-0764567575. URL: <https://www.amazon.com/Data-Warehouse-ETL-Toolkit-Techniques-Extracting/dp/0764567578> (Last accessed: 11.09.2023).
5. Pentaho Kettle Solutions: Building Open Source ETL Solutions with Pentaho Data Integration / Matt Casters, Roland Bouman, Jos van Dongen? 2010. ISBN-13: 978-0470947524

ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Існує багато просторових об'єктів (які, як правило, представляються у вигляді дво- чи тривимірних), для яких дуже часто потрібна додаткова інформація. Зазвичай її додають у вигляді пояснювальної записки, класифікаторів, специфікацій чи написів на самому об'єкті. Частіше за все ця інформація додається у вигляді окремих документів, часто об'ємних і в паперовому вигляді, що незручно і складно для роботи та зберігання. Для невеликих за площею і складом графічних об'єктів додавання інформації (її називають атрибутивною) особливих проблем не виникає, але з ростом об'ємів графіки і атрибутивної інформації проблеми ростуть в геометричній прогресії. Крім того, перехід на безпаперовий документообіг вносить додаткові проблеми – для зберігання і роботи з документами потрібно мати і додаткові програми.

AutoCAD MAP, по суті, працює з топографічними планами і картами і дуже непогано з цією роботою справляється. В цьому потужному програмному продукті можна працювати не тільки з картами, а і з растровими об'єктами, тривимірними моделями будь-якої складності, великими складаннями в 2D- і 3D-вигляді, розрізами великих і складних об'єктів (корабель, складна будівля чи турбіна).

Атрибутивні дані, додані до будь-якого об'єкту, суттєво підвищують його інформативність фактично без створення додаткових документів чи файлів, які потрібно зберігати, чи для яких потрібні ще якісь програми чи засоби перегляду і зберігання. В залежності від напрямку використання об'єктів інформація може бути:

- конструкторська;
- технологічна;
- розрахункова;
- пояснювальна;
- складальна;
- експлуатаційна;
- надійнісна;
- безпекова;
- описова;
- пояснювальна.

Інформацію можна поєднувати до:

- плоских графічних об'єктів:
 - точок;

- відрізків;
- областей;
- блоків;
- груп об'єктів;
- штриховки;
- заливки;
- вставленого растру;
- складань;
- тривимірних твердотільних об'єктів;
- поверхонь;
- 3D-складань і їх елементів.

Однією із суттєвих властивостей приєднаних даних є їх невидимість на загальному вигляді. За необхідності їх можна переглянути як властивості вибраного об'єкта чи відредагувати. Дані зберігаються в файлі креслення або, якщо даних дуже багато, то в зовнішній базі даних.

Для спрощення і зручності в окремому шарі (дані) на об'єкт наноситься мітка (графічний знак червоного кольору) і до нього прив'язуються дані, а шар заморожується. Для роботи з інформацією – шар розморожується.

Якщо до цього ще використати технологію роботи з шарами, то можна в ряд тематичних шарів вставити практично необмежений об'єм інформації у вигляді векторних, растрових, текстових і табличних даних (файлів). Заморожуючи чи розморожуючи відповідні шари можна легко і зручно працювати з такою інформацією.

Додавання атрибутивних даних до об'єкта чи системи суттєво підвищує його інформативність, покращує зручність використання і зберігання даних.

УДК 681.5

Скакодуб О. С.,
аспірант,

ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА C++ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ГРУПОЮ БПЛА

Сучасний світ переживає стрімкий розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які знаходять широке застосування в різних сферах, від військової та розвідувальної діяльності до цивільних місій, таких як дослідження, картографування та навігація. Однак, для ефективного використання групи БПЛА потрібне високоефективне програмне

забезпечення для їх керування та координації.

Метою цього проєкту є розробка програмного забезпечення на мові програмування C++, яке забезпечує керування групою безпілотних літальних апаратів.

Структура розробленої системи керування:

1. Система складається з трьох основних компонентів:
 - Модуль керування БПЛА.
 - Модуль комунікації з БПЛА.
 - Модуль координації та навігації.
2. Модуль керування БПЛА: Цей модуль відповідає за прийняття команд від оператора, обробку цих команд та відправлення відповідних команд до БПЛА.
3. Модуль комунікації з БПЛА: Цей модуль забезпечує взаємодію між програмним забезпеченням та кожним з БПЛА в групі. Він відповідає за передачу даних, отримання статусів та забезпечення надійності комунікації.
4. Модуль координації та навігації: Цей модуль відповідає за координацію руху БПЛА в групі, уникнення зіткнень та оптимальне планування маршрутів.
5. Мова програмування: Використання мови програмування C++ обумовлено її швидкістю та можливістю ефективно працювати з великими обсягами даних.
6. Бібліотеки: Для покращення продуктивності та зручності програмування використані сторонні бібліотеки, такі як Boost або Eigen.
7. Алгоритми: Для модуля координації та навігації можуть бути використані алгоритми штучного інтелекту, такі як алгоритми пошуку шляху або методи оптимізації, для досягнення найкращих результатів у плануванні маршрутів.

Код програми для керування групою БПЛА по заданому маршруту:

```
#include <iostream>
#include <vector>
// Клас, що представляє безпілотний літальний
апарат (БПЛА)
class UAV {
private:
    int id;
    double latitude;
    double longitude;
public:
    UAV(int _id, double _latitude, double
    _longitude) : id(_id), latitude(_latitude),
    longitude(_longitude) {}
```

```

        // Метод для отримання інформації про
місцезнаходження БПЛА
        void getInfo() {
            std::cout << "UAV ID: " << id << ",
Latitude: " << latitude << ", Longitude: " <<
longitude << std::endl;
        }
        // Метод для зміни координат БПЛА
        void updatePosition(double newLatitude, double
newLongitude) {
            latitude = newLatitude;
            longitude = newLongitude;
            std::cout << "UAV ID: " << id << " updated
position. New Latitude: " << latitude << ", New
Longitude: " << longitude << std::endl;
        }
        // Метод для руху БПЛА по заданому маршруту
        void moveAlongRoute(const
std::vector<std::pair<double, double>>& route) {
            for (const auto& point : route) {
                updatePosition(point.first,
point.second);
                std::cout << "UAV ID: " << id << "
moved to Latitude: " << point.first << ",
Longitude: " << point.second << std::endl;
            }
        }
};

int main() {
    // Створення групи БПЛА
    std::vector<UAV> uavGroup;
    uavGroup.push_back(UAV(1, 52.2297, 21.0122));
    // Додати перший БПЛА
    uavGroup.push_back(UAV(2, 48.8566, 2.3522));
    // Додати другий БПЛА
    // Вивід інформації про кожен БПЛА
    std::cout << "Information about UAVs:" <<
std::endl;
    for (auto& uav : uavGroup) {
        uav.getInfo();
    }
    // Оновлення позиції першого БПЛА

```

```

    uavGroup[0].updatePosition(55.7558, 37.6176);
    // Визначення маршруту для руху БПЛА
    std::vector<std::pair<double, double>> route =
    {{55.7558, 37.6176}, {40.7128, -74.0060}, {51.5074,
    -0.1278}};
    // Рух кожного БПЛА по заданому маршруту
    for (auto& uav : uavGroup) {
        std::cout << "Moving UAV with ID " <<
        uavGroup[0].getID() << " along the route:" <<
        std::endl;
        uav.moveAlongRoute(route);
    }
    return 0;
}

```

Розробка програмного забезпечення на мові програмування C++ для керування групою безпілотних літальних апаратів є складним, але надзвичайно важливим завданням. Це програмне забезпечення має потенціал значно покращити ефективність та безпеку використання БПЛА в різних сферах діяльності. Для досягнення успіху необхідно використовувати передові технології та методи програмування, а також ретельно тестувати та оптимізувати розроблене програмне забезпечення.

Список використаних джерел

1. Li, H.; Zhang, H.; Zhang, L.; Liu, H. Multiple logistics unmanned aerial vehicle collaborative task allocation in urban areas. *Syst. Eng. Electron.* 2021, 43, 3594–3602.
2. Feng, H.; Mao, H.; Wu, T. Analysis on Key Technologies and Development Trend of Reconnaissance and Strike Integrated UAV. *Cruise Missile* 2014, 3, 42–46.
3. Dong, Y.; Gao, M.; Zhang, Y.; Fang, D.; Liu, L. Research progress and development trend of U.S. military swarm UAVs. *Aerodyn. Missile J.* 2020, 9, 37–42.
4. García, J.; Molina, J.M. Simulation in Real Conditions of Navigation and Obstacle Avoidance with PX4/Gazebo Platform. In *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Kyoto, Japan, 11–15 March 2019.
5. Qi, D.; Zhang, Z.; Zhang, Q. Path Planning of Multirotor UAV Based on the Improved Ant Colony Algorithm. *J. Robot.* 2022, 2022, 2168964.

Сіденко Є. В.,
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІС,
Кондратенко Г. В.,
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІС,
Балутін В. О.,
магістр,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

ЗГОРТКОВІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОНТУРУ БУДІВЛІ

Останнім часом машинне навчання отримало дуже значне поширення в дослідженнях і було включено до різних програм, включаючи аналіз тексту, виявлення спаму, рекомендації відео, класифікацію зображень та пошук мультимедійних концепцій. Глибоке навчання є похідним від звичайної нейронної мережі, але значно перевершує своїх попередників. Крім того, глибоке навчання одночасно використовує перетворення та графові технології для створення багаторівневих моделей навчання.

Інформація про просторовий розподіл та зміни будівель має широкий спектр застосувань у міських дослідженнях, таких як міське планування, управління стихійними лихами, оцінка чисельності населення та оновлення карт. Місцеві бюро містобудування та управління природними ресурсами витрачали велику кількість людських та матеріальних ресурсів для отримання точних растрових будівель. Космічні та бортові технології забезпечують численні зображення дистанційного зондування, які стають все більш важливими для отримання інформації про будинки. В теперішній час багато урядових відомств та промислових компаній використовують ручні методи для розмежування векторних даних контурів будівель за зображеннями дистанційного зондування з високою роздільною здатністю, щоб отримати векторні карти, що відповідають вимогам точності зйомки та картографування. Оскільки ручне анотування вимагає багато часу та досвіду, необхідно розробити ефективну та надійну схему автоматичного вилучення полігонів контурів будівель із зображень дистанційного зондування.

Набір даних було створено шляхом об'єднання загальнодоступних зображень та офіційних фото будівель. Нижче наведено приклад зображень з датасету (рисунок 1).



Рис.1. Приклад зображень з датасету

Після того, як було сформовано датасет, зображення з нього потрібно підготувати для подальшого використання. Далі буде реалізовано дві нейронні мережі на базі двох архітектур U-Net та Mask R-CNN [1, 2]. Для них використовується різне анотування. Для анотування зображень для архітектури Mask R-CNN було використано вебзастосунок Makesense.ai, безкоштовний онлайн-інструмент для маркування фотографій з відкритим кодом, який підтримує такі типи маркування як прямокутники, лінії, крапки, полігони (рисунк 2).

Мовою програмування було обрано Python, як одну з найсучасніших та перспективних мов програмування для реалізації нейронних мереж. Для реалізації та тренування Mask R-CNN було встановлено необхідні залежності [3].

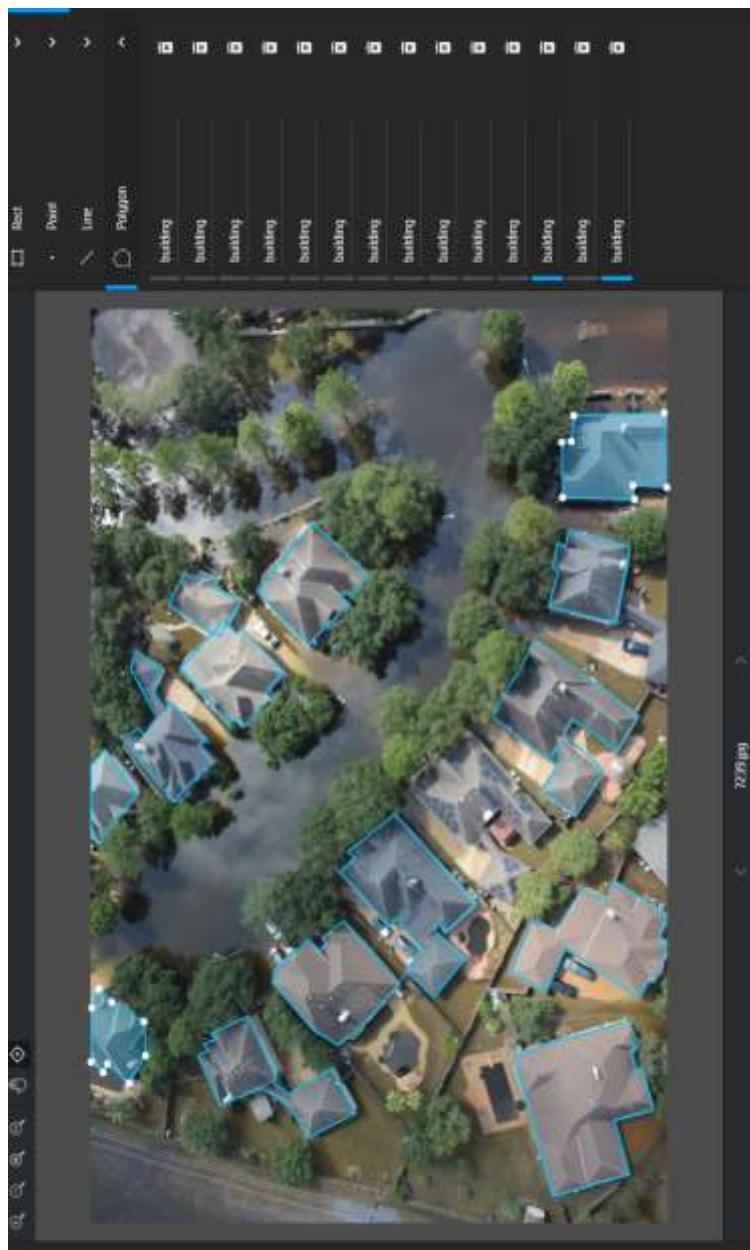


Рис.2. Приклад маркування та анотування будівель в застосунку Makesense.ai

Створений застосунок має 2 режими, а саме навчання та основний. Якщо запущений режим навчання, то застосунок буде тренувати вагові коефіцієнти нейронів на навчальній вибірці, яка знаходиться у директорії застосунку, згідно з налаштуваннями нейронної мережі. Результати навчання представлено на рисунку 3.

```

Epoch 24/30
8/8 [=====] - 4s 473ms/step - loss: 1.2500 - rpn_loss: 1.3528 - val_rpn_class_loss: 0.1552 - val_rpn_bbox_loss: 0.4204 -
Epoch 25/30
8/8 [=====] - 4s 468ms/step - loss: 1.2558 - rpn_loss: 1.1764 - val_rpn_class_loss: 0.1386 - val_rpn_bbox_loss: 0.4212 -
Epoch 26/30
8/8 [=====] - 4s 475ms/step - loss: 1.2936 - rpn_loss: 1.3040 - val_rpn_class_loss: 0.1512 - val_rpn_bbox_loss: 0.4034 -
Epoch 27/30
8/8 [=====] - 4s 465ms/step - loss: 1.1875 - rpn_loss: 1.3623 - val_rpn_class_loss: 0.1429 - val_rpn_bbox_loss: 0.4068 -
Epoch 28/30
8/8 [=====] - 4s 474ms/step - loss: 1.0488 - rpn_loss: 1.1710 - val_rpn_class_loss: 0.1413 - val_rpn_bbox_loss: 0.3807 -
Epoch 29/30
8/8 [=====] - 4s 468ms/step - loss: 1.1164 - rpn_loss: 1.3249 - val_rpn_class_loss: 0.1471 - val_rpn_bbox_loss: 0.3880 -
Epoch 30/30
8/8 [=====] - 4s 477ms/step - loss: 1.1379 - rpn_loss: 1.2205 - val_rpn_class_loss: 0.1354 - val_rpn_bbox_loss: 0.3876 -
PS C:\programimovaniye\4-2\dplm\Custom_MaskRCNN\samples\custom>

```

Рис.3. Результати навчання розробленої нейронної мережі

Як можна побачити, кінцева точність складає 89%, ця точність буде згодом покращена.

Після успішного тренування ваг можна вибирати основний режим роботи, який запускається за допомогою файлу main.py. Цей режим буде обробляти всі зображення, які знаходяться у папці test в директорії застосунку. Приклади роботи програми у цьому режимі наведено на рисунку 4.



Рис.4. Результати роботи розробленого застосунку з контурування будівель

В результаті даної роботи проведено аналіз застосування згорткових нейронних мереж в картографії. Проведено аналіз різних датасетів для тренування та на основі цього сформовано власний. Досліджено такі архітектури згорткових мереж як U-Net та Mask R-CNN. На мові програмування Python створено та налаштовано згорткові нейронні мережі на обраних архітектурах для формування контуру будівель. Створено декілька реалізацій згорткових нейронних мереж на різних архітектурах та налаштовано на роботу з обраним датасетом. Розроблений застосунок має точність 89%, тому його можливо використовувати з повною довірою до результатів. Створену систему можливо інтегрувати в будь-який робочий термінал. А завдяки цьому можливо надати експертам програмне забезпечення для формування контуру будівель. Це допоможе зекономити багато часу на ручному ануванні.

Список використаних джерел

1. Cherpanath E. D., Fathima Nasreen P. R., Pradeep K., Menon M., Jayanthi V. S. Food Image Recognition and Calorie Prediction Using Faster R-CNN and Mask R-CNN. *9th International Conference on Smart Computing and Communications (ICSCC)*, Kochi, Kerala, India, 2023. pp. 83-89, doi: 10.1109/ICSCC59169.2023.10335053.
2. Woo B., Lee M. Comparison of tissue segmentation performance between 2D U-Net and 3D U-Net on brain MR Images. *International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, Jeju, Korea (South), 2021. pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEIC51217.2021.9369797.
3. Yilmazer M., Karakose M. Mask R-CNN Architecture Based Railway Fastener Fault Detection Approach. *International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA)*, Chiangrai, Thailand, 2022. pp. 1363-1366, doi: 10.1109/DASA54658.2022.9765024.

Смоленський М. М.,
аспірант,
Сіденко Є. В.,
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ІС,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ ПРО ПАЦІЄНТІВ В МЕДИЧНИХ УСТАНОВАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ RFID

Технології охорони здоров'я радикально змінилися, особливо у сфері зберігання та обробки медичної інформації за останні кілька десятиліть. З надходженням більшої кількості даних, вищою швидкістю передачі та ефективними вимогами до більшої точності в окремих місцях все більше відповідальності лежить на плечах наших закладів охорони здоров'я.

RFID дає відповідь на ці виклики. Коли пацієнт приїжджає або виписується з лікарні, він може взяти з собою дані на своїй RFID-мітці. Це означає, що при передачі медичної документації допускається менше помилок, оскільки вона тепер автоматизована та цифрова.

RFID дозволяє унікально ідентифікувати медичні записи та пацієнтів, забезпечуючи лікарям і всьому медичному персоналу миттєвий доступ до необхідної інформації. У надзвичайних ситуаціях це особливо важливо, коли врятована секунда може означати чиєсь життя.

Поки багато медичних закладів змушені стикатися з ринковою технологією RFID зі значними капітальними витратами, труднощами з пошуком експертів та іншими проблемами. Тоді необхідно вирішити ці проблеми, якщо технологія має з'явитися в медицині.

Проте широкомасштабне застосування технології RFID в українській медицині та охороні здоров'я ще не піддано комплексному вивченню, і подібних писань немає ніде. Але в інших країнах, наприклад у США, подібні системи активно досліджуються та впроваджуються в галузі охорони здоров'я. Наприклад, один тип дослідження вивчає різні способи використання тегів RFID: огляд громадської власності, оцінка та дослідження довговічних тегів RFID, вплив технології RFID на навколишнє середовище тощо.

Наприклад, Ahmad та Nababa в своїй роботі порівнюють систему RFID та її різні застосування, що може бути корисним для визначення переваг використання RFID у медичних установах [1]. Дослідження

Bays і McGowan показує можливості використання RFID для відстеження урядової власності, що може бути використано для контролю за медичним обладнанням [2]. Benedetti і Maselli досліджують методи ідентифікації міцних RFID-міток, що може підвищити точність ідентифікації пацієнтів [3]. Bukova, Tengler і Brumerickova моделюють екологічне навантаження технології RFID, що може бути корисним для оцінки впливу впровадження цієї технології у медичних установах на навколишнє середовище [4]. Purandare та інші досліджують дизайн та реалізацію гармонійного RFID, що може покращити ефективність інтеграції технології RFID у медичній сфері [5].

Запропонована розробка передбачає використання RFID-карток для ідентифікації пацієнтів у медичних установах. Кожен пацієнт отримує персоналізовану RFID-картку з унікальним ідентифікатором. Додаток, розроблений для цієї системи, надає можливість пацієнтам переглядати свою медичну інформацію, записуватися на прийоми до лікаря та замовляти ліки за рецептом. Лікарі мають можливість швидкого доступу до медичних записів пацієнтів та призначення лікування, враховуючи їх медичну історію. Провізори аптек можуть перевіряти рецепти та видачу ліків за допомогою RFID-карток. Такий підхід сприяє покращенню доступності та точності медичних послуг, спрощенню процесів обслуговування пацієнтів і підвищенню загального рівня задоволеності від надання медичної допомоги.

Із зростаючим значенням точності та ефективності в обробці даних сьогодні технологія RFID, встановлена в таких установах, як лікарня, відкриває можливості для нових застосувань. Наразі технологія RFID використовується в медичному світі з низки причин. Що трапляється перше: технологія RFID забезпечує спостереження за пацієнтами та відстеження ліків, медичного обладнання, самої концепції, все дуже точно. Це значно зменшує потенційні наслідки, якщо нещасний випадок, як-от помилкова ідентифікація, або помилка іншим чином призведе до перекидання делікатних і небезпечних лікарських засобів.

Наступним за важливістю є кращий контроль запасів. RFID може миттєво надати нашій лікарні точні відомості про кількість і місцезнаходження ліків і обладнання, які є на складі, покращуючи логістику та зменшуючи витрати. По-третє, технологія дозволяє автоматизувати дані, що зменшує роль людської помилки, а отже підвищує достовірність медичної документації. Це важливо для точної діагностики та ефективного лікування. Крім того, в умовах пандемії RFID особливо добре підходить для відстеження вакцинації та управління, включаючи логістику вакцини, доки пацієнт не буде вакцинований.

Отже, запровадивши RFID у закладах охорони здоров'я, що не лише покращило якість медичного обслуговування та безпеку пацієнтів, але й допомогло персоналу працювати більш раціонально та уникнути витрат, які не можуть бути ефективнішими, – він став використовуватися в медицині повсюдно. Таким чином, майбутнє застосування технології RFID у медичних установах має багатообіцяючі перспективи, і є кілька напрямків, які вони можуть зробити. По-перше, за допомогою інформаційної технології RFID для автоматизації, оптимізації та інтелектуального керування всім процесом медичної інформації. Це неминуче підвищить загальну ефективність медичного персоналу, оскільки замість них лікарні можуть найняти нових медсестер.

По-друге, інновації в поєднанні технології RFID з іншими галузями, такими як ШІ та аналіз даних, можуть створити цікаві нові підходи до діагностики чи терапії.

А те, що принесе наступна хвиля мережевих технологій і збільшення пропускної здатності, – це кращий зв'язок між медичними установами. Наприклад, обмін даними стає швидким і легким у величезній географічній зоні.

Зростаюче занепокоєння щодо безпеки приватних даних може підказати нові методи шифрування та захисту потоків даних із безконтактних смарт-карт.

Загалом, розвиток технології RFID у сфері медицини міг би сприяти покращенню якості та доступності медичних послуг, більшій ефективності медичного персоналу та більшій задоволеності пацієнтів.

Список використаних джерел

1. Ahmad M. B., Nababa F. A. A comparative study on radio frequency identification system and its various applications. *International Journal of Advances in Applied Sciences*. 2021. Vol. 10, no. 4. P. 392. URL: <https://doi.org/10.11591/ijaas.v10.i4.pp392-398> (date of access: 23.04.2024).
2. Bays B., McGowan M. Use of RFID for Tracking Government Property - Proof of Concept/Pilot. Sandia National Laboratories. 2016.
3. Benedetti D., Maselli G. Robust RFID Tag Identification. *Sensors*. 2022. Vol. 22, no. 21. P. 8406. URL: <https://doi.org/10.3390/s22218406> (date of access: 23.04.2024).
4. Bukova B., Tengler J., Brumercikova E. A Model of the Environmental Burden of RFID Technology in the Slovak Republic. Sustainability. 2021. Vol. 13, no. 7. P. 3684. URL: <https://doi.org/10.3390/su13073684> (date of access: 23.04.2024).

5. Design and Implementation of Harmonic RFID Based on Conventional UHF System / A. Purandare et al. International Symposium on Microelectronics. 2021. Vol. 2021, no. 1. P. 000176–000180. URL: <https://doi.org/10.4071/1085-8024-2021.1.000176> (date of access: 23.04.2024).

УДК 004.93

Блиндарук А. О.,
аспірант кафедри КІТ,
Шаповалова О. О.,

канд. техн. наук, доцент кафедри КІТ,
ХНЕУ ім. С. Кузнеця, м. Харків, Україна

АГРЕГАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА NURBS

У роботі розглядається потреба та методики застосування GNN і NURBS для аналізу складних патернів рухів у різних областях. Висвітлюється потенціал цих технологій для розпізнавання образів і розробки інтерактивних технологій, що забезпечує більшу точність і ефективність у різноманітних застосуваннях. Пропонується використання технології GNN у поєднанні з NURBS для поглибленої ідентифікації об'єктів та аналізу їх руху.

В сучасному інформаційному суспільстві, де величезна кількість швидко змінюваних даних впливає на ефективність прийняття рішень, ключовим є агрегація та аналіз цих даних для вилучення нових знань у бізнесі та науці. Зокрема, зростання обсягів даних і їх складність вимагають застосування спеціалізованих методів, які перевершують традиційні статистичні підходи в аналізі та моделюванні.

Одним з таких методів є застосування графових нейронних мереж (GNN), які дозволяють аналізувати багатовимірні дані за допомогою глибокого аналізу, залучаючи алгоритми штучного інтелекту [1]. GNN використовуються для агрегації інформації через графові структури, де вузли представляють частини об'єктів, а ребра – взаємодії між ними, що дозволяє виявляти не лише окремі рухи, але й складні патерни взаємодій.

У контексті аналізу руху живих істот, існує потреба в розробці інформаційних систем, здатних ідентифікувати та аналізувати складні

патерни взаємодії між частинами тіла. Така система, базована на GNN, дозволить глибше розуміння динаміки рухів.

Для встановлення однозначної у будь-який момент часу інформації про стан взаємодії між частинами об'єкта перспективним напрямком дослідження є інтеграції NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) для подання графів, покращуючи точність опису складної геометрії та рухливості об'єктів.

Застосування технологій GNN разом з NURBS відкриває нові можливості для розробки просунутих алгоритмів машинного навчання, які знаходять широке застосування в відеоаналітиці, спостереженнях, виробництві анімацій та моделюванні в спорті та медицині. Цей підхід не лише забезпечує аналіз ізольованих рухів, але й дозволяє розуміти складні патерни взаємодії, сприяючи розвитку автоматизації, розпізнавання образів, та натуралістичного відтворення рухів [2].

Таким чином, інтеграція NURBS і GNN надає інформаційним системам здатність до поглибленого аналізу та моделювання рухів, відкриваючи нові перспективи для покращення взаємодії між об'єктами або частинами певного об'єкта під час руху.

Детальне розуміння взаємодій між частинами тіла може значно покращити результати досліджень в розпізнаванні образів і допомогти в розробці інтерактивних технологій, які потребують точного і натуралістичного відтворення людських рухів.

Таким підхід може забезпечити значне підвищення ефективності систем аналізу рухів, дозволяючи не тільки точно ідентифікувати ізольовані рухи, але й розпізнавати комплексні паттерни, які раніше не розрізнялись традиційними методами аналізу [3]. Це сприятиме розширенню можливостей в різних областях застосування, від спорту до медицини, від анімації до систем безпеки.

Впровадження таких систем важливо у сучасному світі, де неперервно генеруються великі обсяги даних. Використання графових нейронних мереж дає можливість ефективної агрегації та аналізу цих даних, що є ключовим для прогресу в бізнесі та науці.

Такий підхід відкриває нові можливості для розвитку ефективніших програм автоматизації, розпізнавання образів, та інтерактивних технологій, що вимагають натуралістичного відтворення людських рухів, забезпечуючи більшу точність і ефективність у різноманітних застосуваннях.

Спираючись на глибоке аналітичне розуміння, системи на базі GNN і NURBS відкривають нові підходи до розуміння та інтерпретації рухів, сприяючи інноваціям в сучасному інформаційному суспільстві.

Інтеграція технологій GNN та NURBS у сучасних інформаційних системах значно підвищує потенціал аналізу та моделювання рухів, відкриваючи нові можливості для різних доменів [4]. Ці технології розширюють межі розуміння складних взаємодій і паттернів руху, забезпечуючи більш точну ідентифікацію та аналіз.

Список використаних джерел:

1. Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J., Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, Advances in Neural Information Processing Systems, 2015, <https://arxiv.org/abs/1506.01497>
2. Guo, Y., Liu, Y., Oerlemans, A., Lao, S., Wu, S., & Lew, M. S., Deep learning for visual understanding: A review, Neurocomputing, 2016, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231215017634>
3. Luo, W., Xing, J., & Milan, A., Multiple Object Tracking: A Literature Review, arXiv preprint arXiv:1409.7618, 2014.
4. Блиндарук А. О., Шаповалова О. О., Огляд підходів до моделювання рухомих об'єктів за їх поведінкою. Ольвійський форум – 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі. XVII Міжнародна наукова конференція», Технічні науки сталий розвиток університетської системи освіти, м. Миколаїв, 2023.

УДК 538.9: 536.6

Дінжос Р. В.,

д-р техн. наук, професор кафедри фізики та математики,
проректор із наукової роботи,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Фіалко Н. М.,

д-р техн. наук, завідувач відділу малої енергетики,
член-кореспондент НАН України,
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТИВ НАПОВНЕНИХ ТЕХНІЧНИМ ВУГЛЕЦЕМ ТА ТЕРМОРОЗШИРЕНИМ ГРАФІТОМ

Представлені результати експериментальних і розрахункових досліджень теплофізичних характеристик частково-кристалічного поліетилену і нанокомпозитів, які містять від 0,3 до 2,5 мас. % технічного

вуглецю (ТВ) та наноккомпозитів, які містять від 0,3 до 5,0 мас. % терморозширеного графіту (ТРГ). Представлені основи теорії ефективного середовища і теорія перколяції та як вони корелюють з експериментальними даними. Вивчено особливості впливу структури полімерних композитів на їх теплофізичні властивості. Зроблений порівняльний аналіз провідності композицій в залежності від геометрії та розмірів наповнювача.

Для опису процесів теплопереносу в ПКМ необхідно знати залежність ефективної теплопровідності наповненого полімеру від геометрії, орієнтації, фізико-хімічних особливостей взаємодії, теплофізичних параметрів, концентрації та розподілення вхідних в композицію компонентів [1].

До класичної теорії провідності відноситься рівняння Максвелла, який розрахував поле системи, для ізотропного середовища, в яке вкраплені сторонні частинки сферичної форми. Відстань між частинками передбачалося достатньо великим для того, щоб можна було знехтувати їх взаємодією. Отримана розрахункова формула має вигляд [2]:

$$\lambda_{ef} = \lambda_1 \left(\frac{\lambda_2 + 2\lambda_1 - 2\nu(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_2 + 2\lambda_1 + \nu(\lambda_1 - \lambda_2)} \right), \quad (1)$$

де λ_{ef} – ефективна теплопровідність гетерогенної системи; λ_1 – теплопровідність безперервної фази; λ_2 – теплопровідність диспергованої фази; ν – об’ємна концентрація диспергованої фази.

Чисельні моделі ґрунтуються на адитивному вкладі частинок наповнювача, які хаотично розподілені у полімерній матриці. Однак експеримент показує, що істотну роль у процесі теплопереносу у ПКМ грають не тільки властивості і відносний вміст індивідуальних компонентів, але й: агрегація частинок наповнювача, що приводить, при досягненні концентрацією певного порогового значення, до встановлення «провідних каналів», при цьому виникає різка зміни провідності; зміна фізичних властивостей полімеру на межі розділу наповнювач-полімер, внаслідок взаємодії полімерної матриці з поверхнею частинок наповнювача; розпушення полімерної матриці, визначальним стає наявність у композиції третього компоненту – пор [3].

Процес утворення провідних каналів та наявність стрибкоподібної зміни провідності неоднорідних матеріалів із рівномірним розподілом компонентів успішно описується за допомогою теорії перколяції [4].

Теорія перколяції розглядає випадковий розподіл провідного компонента в непровідному середовищі і дає концентраційну залежність ефективної теплопровідності (λ_{ef}) у вигляді [4]:

$$\lambda_{ef} = \lambda_1 \left(\frac{v_1 - v_c}{1 - v_c} \right)^k, \quad (2)$$

де λ_1 – теплопровідність полімерної матриці; v_1 – об'ємна концентрація провідного середовища (наповнювача), v_c – критична концентрація провідного середовища (наповнювача), k – критичний індекс.

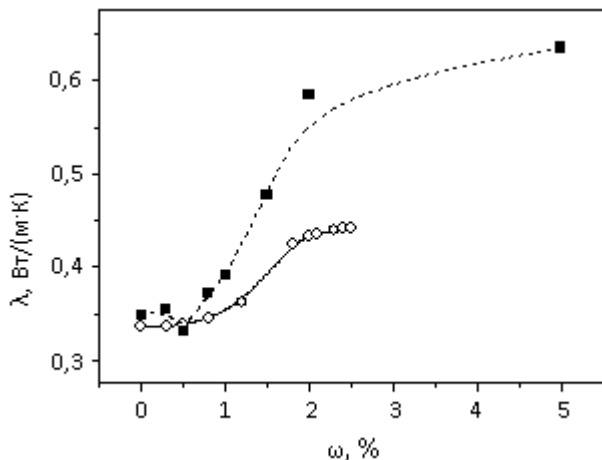


Рис. 1. Залежність коефіцієнта теплопровідності полімерних композиційних матеріалів від процентного вмісту: технічного вуглецю – квадрати; вуглецевих нанотрубок – пусті кола.

Виміряна теплопровідність для композитів ПЕТВ та ПЕТРГ при 50°C наведені на рис. 1. Спостерігається збільшення коефіцієнту теплопровідності у діапазоні 0,8-1,8 мас. % (кола) та від 1,0 до 2,0 мас. % (квадрати). Для композиції ПЕТВ збільшення теплопровідності становило 0,11 Вт/мК, тоді як для композиту ПЕТРГ збільшення становило 0,25 Вт/мК. Результат, який був отриманий, щодо абсолютного збільшення значення теплопровідності є співрозмірним, порівняно з іншими дослідженнями [5-8], де були використані вуглецеві нанотрубки, але наповнення їх становило до 4 мас. %.

Найкраще експериментальні дані були описані з точки зору теорії перколяції. Проаналізуємо експериментальні дані в рамках теорії перколяції (рів. 2, рис.2).

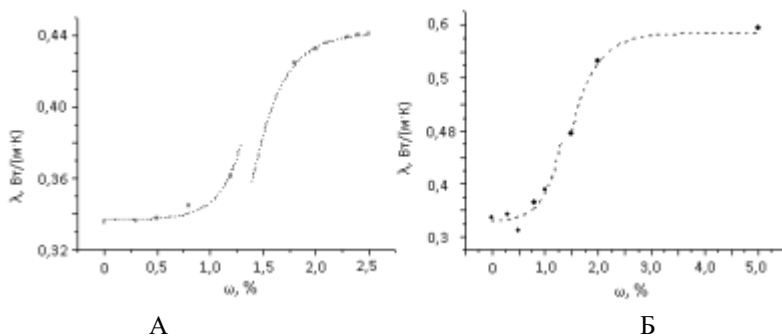


Рис. 2. Залежність коефіцієнта теплопровідності ПКМ від процентного вмісту: а) технічного вуглецю; б) терморозширений графіт. Пунктирна лінія – теорія перколяції.

Результати відповідності представлені на рис. 2. В точці $v = v_c$ спостерігається розрив другого роду. Тому теоретичний опис здійснювали до та після порогу перколяції. Було встановлено, що поріг перколяції для системи ПЕТВ – $v_c = 1,35$ мас.%, а для системи ПЕТРГ – $v_c = 1,41$ мас.%. Для обох систем поріг перколяції виявився майже однаковий. Це пов'язано зі схожістю геометрії та розмірів наповнювачів.

У результаті проведеної роботи було досліджено теплопровідність систем на основі ПЕ/ТРГ та ПЕ/ТВ та проаналізовано їх, використовуючи теорію ефективного середовища та теорію перколяції. Після досліджень теплопровідності було визначено поріг перколяції для даних систем, який становить 1,35% для системи ПЕТВ та 1,41% для системи ПЕТРГ. Наявність контактного опору пояснюється тим фактом, що теплопровідність систем ПЕТРГ та ПЕТВ після порогу перколяції значно нижча за теплопровідність ТРГ та ТВ у вільному стані. Також встановлено, що абсолютні значення теплопровідності після порогу перколяції для системи ПЕТРГ більше ніж для системи ПЕТВ.

Список використаної літератури

1. Merzlyakov, M. Thermal conductivity from dynamical response of DSC. [Text] / M. Merzlyakov, C. Schick. – Thermochim Acta. – 2001. – Vol. 377. – P. 183-191.
2. Maxwell J.C. Treatise on electricity and magnetism. [Text] / J.C. Maxwell. – Oxford. – 1873. – P. 365
3. Тагер, А. А. Физикохимия полимеров [Текст] / А. А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.

4. Stauffer, D. Introduction to percolation theory. [Text] / D. Stauffer, A. Aharony. – London: Taylor and Francis. – 1994.
5. Liu, C.H. Thermal conductivity improvement of silicone elastomer with carbon nanotube loading. [Text] / C.H. Liu, H. Huang, Y. Wu, S.S. Fan. – Appl Phys Lett. – 2004. Vol. 84. – P. 4248-4250.
6. Biercuk, M.J. Carbon nanotube composites for thermal management [Text] / M.J. Biercuk, M.C. Llaguno, M. Radosavljevic, J.K. Hyun, A.T. Johnson, J.E. Fischer. – Appl Phys Lett. – 2002. – Vol. 80. – P. 2767-2769.
7. Choi, E.S. Enhancement of thermal and electrical properties of carbon nanotube polymer composites by magnetic field processing. [Text] / E.S. Choi, J.S. Brooks, D.L. Eaton, M.S. Al-Haik, M.Y. Hussaini, H. Garmestani. – J Appl Phys. – 2003. – Vol. 94. – P. 6034-6039.
8. Du, F. An infiltration method for preparing single-wall nanotube/epoxy composites with improved thermal conductivity. [Text] / F. Du, C. Guthy, T. Kashiwaga, J.E. Fischer, K.I. Winey. – J. Polym Sci B: Polym Phys. – 2006. – Vol. 44. – P. 1513-1539.

УДК 004.85

Антіпова К. О.,
доктор філософії, ст. викладач кафедри ІПЗ,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

КОДУВАННЯ ПОЗИЦІЙ СЛІВ ВХІДНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ТИПУ ТРАНСФОРМЕР

Моделі типу трансформер мали важливе значення у багатьох значних досягненнях у глибокому навчанні за останні декілька років. В галузі обробки природної мови попередньо навчені моделі автокодування (такі як BERT) та авторегресійні моделі (такі як GPT-3) постійно випереджають найсучасніші технології та досягають рівня генерації тексту, подібного до людського. Моделі враховують позицію, інтегруючи інформацію про позицію вхідних слів як додаткове вбудовування до вбудовувань вхідних токенів. Ці позиційні вбудовування залежать лише від місця, де з'являється слово у вхідній послідовності.

Позиційні кодування зазвичай додаються до основних вбудовувань одразу після відповідних шарів згідно з архітектурою трансформера. Зазвичай це набір векторів, попередньо визначених або таких, що навчаються, проіндексованих абсолютними номерами позицій. Після цього контекстне представлення може бути представлене наступним чином:

$$o_i = \alpha(x_i + b_i, X + B)(X + B)W_V,$$

де $b_i \in R^d$ позначає позиційне вбудовування для i -го слова, $B \in R^{L \times d}$ – позиційні вбудовування для всієї послідовності.

Позиційні кодування на рівні шару уваги ґрунтуються на ключовому розумінні механізму уваги. Оскільки вони використовуються на цьому рівні, вони можуть отримати доступ як до запиту, так і до ключа. Таким чином, позиційна інформація може бути закодована у більш складний спосіб, наприклад, з використанням відносної відстані між запитом і ключем для індексування.

Абсолютне позиційне кодування включає обчислення позиційного кодування кожного токена і додавання його до основного вбудовування для включення позиційної інформації у вихідну послідовність. Цей метод було представлено в початковій версії моделі трансформера, і він

широко використовувався в подальших роботах. Існує дві варіації кодування абсолютної позиції: фіксоване та вивчене.

Нехай задано вхідне речення $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in R^{n \times d}$, де n – кількість слів, а d – розмірність вбудовування слів, функція уваги обчислюється для i -ої лексеми як:

$$\alpha_{ij} = \frac{(x_i + p_i)W^Q((x_j + p_j)W^K)^T}{\sqrt{d}}$$

де $p_i \in R^d$ – це позиційне вбудовування для i -ої лексеми, отримане за допомогою фіксованого або вивченого кодування.

Однак, одним з обмежень кодування абсолютних позицій є те, що воно вимагає фіксованої довжини вхідної послідовності і не враховує безпосередньо відносні позиції між словами. Було запропоновано кілька підходів для покращення позиційного представлення шляхом додавання інформації про відносну позицію на етапі обчислення функції уваги, щоб покращити продуктивність моделей типу трансформер.

Через фіксовану довжину контексту модель не здатна відслідкувати будь-яку довготривалу залежність, що перевищує задану довжину контексту. Крім того, сегменти фіксованої довжини формуються шляхом вибору послідовності символів без урахування границі речення або будь-якої іншої семантичної межі. Таким чином, модель не має необхідної контекстної інформації, потрібної для якісного передбачення перших кількох символів, що призводить до неефективної оптимізації та низької продуктивності.

Було запропоновано використовувати кодування відносної позиції замість кодування абсолютної позиції, а також включати вбудовування позиції в проекції ключа та, за бажанням, проекції значення, а не у вхідні дані. Цей альтернативний метод кодування використовує векторне представлення для кодування позиційної інформації, і значно покращує продуктивність, зокрема у задачах машинного перекладу.

Кодування відносної позиції позначає позицію слова в послідовності за допомогою векторного представлення або скалярного представлення. У скалярному підході вектори вбудовування відносних позицій і вбудовування токенів мають однакову розмірність. Скаляри використовуються для кодування відносної позиції між індексами запиту і ключа шляхом безпосереднього включення їх у матрицю оцінок уваги. Ці вбудовування позицій впорядковані, і кожне вбудовування, по суті, є скаляром, який використовується для обчислення вагових коефіцієнтів уваги. Для ефективності спільні параметри вбудовування позицій застосовуються на всіх рівнях моделі, хоча в межах певного рівня кожен шар уваги використовує різні вивчені вбудовування

позицій. Зазвичай вивчається лише фіксована кількість вбудовувань, кожне з яких відповідає діапазону можливих зсувів між ключами та запитами.

Відносне позиційне кодування створює вектор $r_{i,j}$ або скалярне значення $\beta_{i,j}$, яке залежить від відносної відстані між лексемами. Ці методи спеціально застосовують такий вектор до шару уваги, що дозволяє регулювати вагу уваги відповідно до відносної відстані між двома токенами:

$$\alpha_{ij} = \frac{x_i W^Q (x_j W^K + r_{i,j}^K)^T}{\sqrt{d}}$$

$$\alpha_{ij} = \frac{(x_i W^Q)(x_j W^K)^T + \beta_{i,j}}{\sqrt{d}}$$

В першій формулі використовується вектор $r_{i,j}$, а в другий – скалярне значення $\beta_{i,j}$ для додавання відносної відстані до ваги уваги. Представлення відносної позиції зменшує кількість параметрів до $(2K + 1)d$, відкидаючи взаємодію між токенами на відстані, більшій за K .

Підхід, що використовується в трансформерній моделі T5, складається з функції групування (bucketing) і вбудовування груп (bucket embedding). Ця функція класифікує відносні позиції в різні групи за допомогою фіксованого евристичного алгоритму, а компонент вбудовування груп зіставляє кожну групу зі скалярним значенням, яке можна вивчити. Це «скалярне вбудовування» потім додається до відповідної оцінки контексту, щоб отримати остаточну оцінку уваги, визначаючи вагу самоуваги. На відміну від цього, адаптивний T5 використовує функцію групування, яка автоматично адаптується до діапазону залежностей, специфічного для конкретного завдання навчання.

Оптимальний підхід до кодування позицій повинен задовольняти наступним трьома властивостям:

1. Індуктивність. Є можливість обробляти послідовності довші, ніж ті, що зустрічалися під час навчання.
2. Емпіричність. Кодування позицій повинно навчатися на основі таких даних, що дасть можливість адаптуватися до різних завдань і наборів даних.
3. Параметрична ефективність. Кількість параметрів, які вводяться при навчанні на етапі кодування, повинна бути обмежена, щоб запобігти надмірному збільшенню моделі та погіршенню її здатності до узагальнення.

Хоча деяким підходам бракує індуктивної властивості, багато з них все ще ефективні для більшості завдань обробки природної мови завдяки тому, що велика максимальна довжина послідовності може

бути зафіксована заздалегідь. Щоб побудувати позиційні вбудовування більш емпіричним способом, багато варіантів трансформерів включають вбудовування як параметри моделі на етапі навчання. Недоліком такого підходу є фіксована максимальна довжина вхідних послідовностей, а також додаткові витрати на обчислення та пам'ять, пов'язані з додатковими параметрами. Представлення відносних позицій допомагає зменшити кількість параметрів. Крім того, на додаток до вхідного шару, додавання інформації стосовно позицій до кожного шару призводить до ще кращої продуктивності трансформера.

Результати експериментів, в яких порівнюються різні підходи до кодування позицій, представлені в табл. 1. Розглянуто навчання моделей трансформерів з нуля для двох задач: відповідей на запитання та машинного перекладу. Були розглянуті такі підходи до позиційного вбудовування:

- АПВ: абсолютне позиційне вбудовування, що навчається,
- ВПВ: відносне позиційне вбудовування,
- КАВПВ: комбіноване абсолютне та відносне позиційне вбудовування,
- ВСП: відносний скалярний підхід,
- АТ5: адаптивна версія відносного позиційного кодування Т5.

Для задачі відповіді на запитання модель навчалася на датасеті ukTenTen22. Довжина послідовності – 758, розмір пакету – 128 послідовностей. Для кодування вхідного тексту використано незалежний від мови токенізатор Sentence Piece з 45 000 лексем. Продуктивність моделі вимірюється показником F1. Він вимірює збіг слів між зазначеною та передбачуваною відповіддю. Таким чином, він симетрично представляє як точність, так і відклик в одній метриці.

Таблиця 1

Порівняння різних способів вбудовування позицій

	АПВ	ВПВ	КАВ ПВ	ВСП	АТ5
Питання-відповідь (F1)	59.0	64.8	63.9	63.8	77.2
Машинне навчання (SacreBLEU)	28.74	29.3	29.17	36.3	40.6

Експериментально визначено, що оригінальна архітектура кодер-декодер найкраще підходить для обраних задач. Хоча архітектура кодер-декодер використовує вдвічі більше параметрів, ніж архітектури «лише кодер» або «лише декодер», вона має схожу обчислювальну вартість. А при використанні спільних параметрів для кодера та

декодера не було помічено значного зниження продуктивності, незважаючи на зменшення загальної кількості параметрів удвічі.

Використано дві експериментальні схеми: одну, де кодування позицій було присутнє у всіх блоках, і другу, де воно було присутнє лише у вхідному блоці. Експерименти показали, що додавання кодування абсолютних позицій до матриці уваги з різними параметрами для кожного шару уваги дає значне покращення порівняно з додаванням їх безпосередньо до вхідного блоку. Додавання кодування позицій до всіх блоків дає кращу продуктивність, за винятком підходу позиційного вбудовування з фіксованою довжиною. Можливо, це пов'язано з надмірним прив'язуванням моделі до тренувальних даних, спричиненим параметрами, що навчаються, які вводяться в цьому підході.

Схожі результати були отримані для абсолютних і відносних кодувань, хоча відносні кодування показали кращі результати для довгих речень. Абсолютні позиційні вбудовування дали гірші результати, головним чином тому, що вбудовування додаються тільки на вході. Кращі результати деяких методів кодування відносної позиції можна пояснити тим, що вони додаються до матриці уваги на кожен шар, а не тим, що інформація про позицію є відотною чи абсолютною. Таким чином, впровадження кодування позиції в матриці уваги до кожного шару призводить до кращої продуктивності як для абсолютної, так і для відносної інформації. Цей метод досягає найкращої продуктивності при виконанні завдань обробки природної мови і є більш ефективним в обчислювальному плані, ніж існуючі підходи.

УДК 004.4

Антонов Я. С.,

студент кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Кандиба І. О.,

PhD, ст. викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ІНСТРУМЕНТАРІЙ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЦІН

Сучасний світ переповнений даними та з кожною секундою їх стає ще більше. Звичайно вміння аналізувати та робити висновки з цих даних надає безліч переваг у найрізноманітніших сферах, від науки до торгівлі. Вочевидь використання комп'ютерної обчислювальної міці в

цій сфері зацікавило вчених та призвело до появи окремої галузі досліджень штучного інтелекту – машинного навчання.

Термін «машинне навчання» був запроваджений Артуром Семюелем, працівником IBM та піонером у галузі комп'ютерних ігор та штучного інтелекту [1]. Саме він представив найранішу модель машинного навчання, а саме програму, що обчислювала шанси на перемогу в шашках. Отже, машинне навчання вивчає та розроблює певні методи III, що вирішують задачі, спочатку навчаючись із багатьох вхідних даних.

Серед методів такого штучного навчання виділяють штучні нейронні мережі – моделі машинного навчання, що побудовані за принципом організації біологічних нейронних мереж, нервових клітин живого організму. Фактично нейронна мережа представляє систему з'єднаних та взаємодіючих між собою простих процесорів, що просто отримують та відправляють сигнали від інших таких процесорів. Згруповані у досить велику мережу, такі процесори здатні виконувати доволі складні задачі.

Машинне навчання ідеально підходить для завдання прогнозування цін, адже вимагає аналізу великої кількості даних. Найчастіше для цієї задачі використовують такі методи як лінійна регресія, логічна регресія, дерева рішень чи випадковий ліс. Але одним із найперспективніших методів, що показує високу ефективність, є «Довга короткочасна пам'ять» – це архітектура штучної нейронної мережі, яка є універсальною через можливість обчислювати майже будь що за наявності необхідної кількості вузлів [2]. В тому числі ця архітектура добре підходить для передбачення часових рядів, що і представляє собою задачу передбачення цін.

Python має велику кількість сторонніх бібліотек, які допомагають у різноманітних задачах, включаючи наукові обчислення, машинне навчання, обробку даних, веб-розробку та багато іншого. Це робить Python потужним інструментом для різноманітних проєктів.

На сьогодні існує декілька бібліотек що надають можливості користуватися переліченими методами:

- Розроблений Google, TensorFlow є однією з найпопулярніших бібліотек для машинного навчання та глибокого навчання. Вона надає широкий спектр інструментів для розробки та навчання нейронних мереж, включаючи навчання на GPU та TPU.

- PyTorch: PyTorch – це фреймворк для машинного навчання, розроблений компанією Facebook. Він широко використовується для розробки та навчання нейронних мереж та має зручний інтерфейс, що сприяє швидкому прототипуванню.

- Scikit-learn пропонує широкий спектр інструментів для прогнозування цін, наприклад лінійні та логістичні моделі регресії,

дерева рішень, метод опорних векторів та навіть нейронні мережі [3]. Також слід визначити що sklearn створена на основі найпопулярніших бібліотек для роботи з математикою, статистикою, та взагалі комп'ютерним обчисленням – numpy, matplotlib, scipy. Таким чином для усіх завдань машинного навчання використовуються тільки оптимізовані алгоритми, що робить виконання таких завдань можливим навіть на звичайних персональних комп'ютерах.

Порівняно з іншими бібліотеками, sklearn дуже проста у використанні, надає широкий спектр методів та підтримує майже усі сучасні алгоритми ансамблю. Враховуючи наведені переваги, ця бібліотека є чудовим вибором для задачі прогнозування цін.

Список використаних джерел

1. Karjian R. History and Evolution of Machine Learning: A Timeline. WhatIs. URL: <https://www.techtarget.com/whatis/A-Timeline-of-Machine-Learning-History> (date of access: 22.04.2024)..

2. Applying machine learning algorithms to predict the stock price trend in the stock market – The case of Vietnam / T. Phuoc et al. Humanities and Social Sciences Communications. 2024. Vol. 11, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02807-x> (date of access: 23.04.2024)..

3. User guide. scikit-learn. URL: https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html (date of access: 22.04.2024).

УДК 004.5

Бондаренко С. В.,

викладачка кафедри інженерії програмного забезпечення,

Ковальчук М. В.,

здобувач третього рівня вищої освіти (PhD)

зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ: АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

Ефективне управління логістикою на підприємстві у цифрову епоху залежить від розумного використання передових інформаційно-комунікаційних технологій, програмного забезпечення та інформаційних систем. Цифровий перехід передбачає одночасне керування існуючим бізнесом і розбудову майбутнього. Однак для досягнення

успіху у майбутньому важливо враховувати вплив цифрового маркетингу [2]. Впровадження цифрових технологій дозволяє швидко приймати управлінські рішення щодо організації логістичних процесів та транспортних операцій, оптимізувати матеріальні, інформаційні та фінансові процеси, покращувати обслуговування споживачів, знижувати логістичні витрати і підвищувати конкурентоспроможність корпорацій.

Підвищення ефективності логістичних процесів можливе завдяки використанню сучасних IT-рішень (табл. 1). Серед них – системи управління транспортом (TMS), технологія GPS-моніторингу, система управління складом (WMS), планування ресурсів підприємства (ERP), система управління виробництвом (MES), система управління взаємовідносинами з клієнтом (CRM) та інші. За даними зарубіжних експертів, використання електронного обміну транспортними документами між підприємствами зростає щороку на 30-40% [4].

Використання цифрових технологій є ключем до підвищення економічної ефективності підприємства. З розвитком галузі і ускладненням логістичних процесів стає важливим максимальний контроль над ланцюгом постачання, що можливий завдяки надійним IT-технологіям. Тому логістичні компанії активно впроваджують цифрові інструменти для забезпечення наочності, прозорості та ефективного обліку операцій.

Таблиця 1

IT-рішення для управління логістикою підприємства

IT-рішення	Опис
Система управління транспортом (TMS)	Необхідний інструмент для підприємств, що надають послуги транспортної логістики або для компаній, що доставляють товари і вантажі своїм клієнтам самостійно.
Технологія GPS-моніторингу	Заснована на визначенні точних координат об'єкту за допомогою системи глобального позиціонування.
Система управління складом (WMS)	Інформаційна система, яка автоматизує управління бізнес-процесами складських операцій профільного підприємства.
Планування ресурсів підприємства (ERP)	Програмне забезпечення для управління бізнес-процесами, яке об'єднує і управляє фінансами, ланцюгами постачання, операціями, звітністю, виробництвом, людськими ресурсами.

ІТ-рішення	Опис
Система управління виробництвом (MES)	Спеціалізоване прикладне програмне забезпечення, призначене для вирішення завдань синхронізації, координації, аналізу та оптимізації виробництва в рамках будь-якого виробництва.
Система управління взаємовідносинами з клієнтом (CRM)	Забезпечує управління взаємодією з клієнтами і збереженням даних про них.

Необхідність використання цифрових технологій у логістиці в умовах швидко змінюючогося технологічного середовища, цифровий перехід як ключовий фактор успіху, важливість аналізу та вибору правильних ІТ-рішень, значення інтеграції та координації систем для ефективного управління логістикою, а також необхідність постійного вдосконалення процесів у відповідь на змінювані умови ринку. Такий комплексний підхід є необхідним для забезпечення адаптивності та конкурентоспроможності підприємства в сучасних умовах.

Список використаних джерел

1. Гриценко С. І. Вплив цифрового маркетингу на розвиток освітніх кластерів. – Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: Збірник наукових праць. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2017. – Вип. 15. – С. 38-41.

2. Теоретичні аспекти організації і проектування логістичних систем промислових підприємств. URL: https://studwood.ru/900761/marketing/teoretichni_aspekti_organizatsiyi_pr_oektuvannya_logistichnih_sistem_promislovih_pidpriyemstv (дата звернення: 15.04.2024).

3. Український інститут майбутнього. Економічна стратегія України 2030 >> Український інститут майбутнього. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (дата звернення: 15.04.2024).

Решетник Ю. В.,
ст. викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
Бондаренко С. В.,
викладачка кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ФІНАНСОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ: ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРТФЕЛЯ ТА РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙ

Сучасні фінанси потребують уваги до оптимізації портфеля та управління ризиками. В умовах швидких змін та зростаючої конкуренції, ефективні інструменти стають ключовими для досягнення максимальної доходності при мінімізації ризиків. Теорія портфельного управління є ключовим елементом сучасної фінансової теорії, яка досліджує оптимальний розподіл активів для досягнення максимальної доходності при мінімальному ризику [1]. Основні принципи цієї теорії включають диверсифікацію, керування ризиком та відношенням доходності до ризику.

Автоматизоване управління портфелем є процесом використання алгоритмів та програмного забезпечення для прийняття рішень щодо розподілу активів у портфелі. Цей підхід дозволяє ефективно використовувати дані та аналізувати ринкові умови для забезпечення оптимального ризику та доходності портфеля. До методів та алгоритмів для автоматизованого управління портфелем відносяться алгоритми оптимізації портфеля, моделі ризику та доходності, машинне навчання та штучний інтелект. Ці інструменти допомагають аналізувати ринкові дані, передбачати тенденції та приймати рішення щодо складання та управління портфелем інвестицій.

Роль моделювання ризиків та доходності в процесі оптимізації портфеля набуває значення у сучасному фінансовому середовищі. Оптимальне управління портфелем вимагає ретельного аналізу ризиків, пов'язаних з кожним фінансовим інструментом, а також прогнозування можливої доходності в майбутньому.

Один з основних методів моделювання ризиків та доходності – це використання статистичних методів, який полягає у використанні історичних даних про ціни фінансових інструментів для прогнозування їх майбутніх значень, дозволяючи оцінювати ризики та дохідність портфеля на основі його складу та вагових коефіцієнтів [2]. У сучасній фінансовій аналітиці широко застосовуються методи машинного навчання та штучного інтелекту для моделювання ризиків і доходності

портфеля, що базуються на аналізі великих обсягів даних і дозволяють автоматизувати процес прогнозування та прийняття рішень у фінансовій сфері. Вони здатні враховувати складні взаємозв'язки між різними фінансовими інструментами та адаптуватися до змін на ринку в реальному часі. Також важливим аспектом моделювання ризиків і доходності є розробка алгоритмів, які базуються на теорії портфельного управління. Ці алгоритми дозволяють розраховувати оптимальний розподіл активів у портфелі з урахуванням рівня ризику та доходності. Вони забезпечують інвесторів засобами для прийняття обґрунтованих рішень щодо складу свого портфеля та управління ризиками. Практичні застосування алгоритмів моделювання ризиків та доходності в оптимізації портфеля виявляються вкрай корисними у фінансовій сфері (табл. 1).

Таблиця 1

Інвестиційні стратегії та їх характеристики

Назва стратегії	Опис
Створення різноманітних інвестиційних стратегій	Автоматизоване моделювання ризиків і доходності дозволяє інвесторам створювати різноманітні стратегії управління портфелем, які оптимізовані під їхні індивідуальні потреби та цілі.
Побудова портфелів з різним рівнем ризику	Застосування моделей ризиків дозволяє інвесторам побудовувати портфелі з різним рівнем ризику, що відповідає їхній ризикотерпимливості та інвестиційним цілям.
Оптимізація доходності та ризику	Автоматизовані алгоритми допомагають знаходити оптимальні комбінації активів у портфелі, які максимізують доходність при заданому рівні ризику або мінімізують ризик при заданій доходності.
Управління портфелем на основі ринкової динаміки	Моделі ризиків і доходності дозволяють інвесторам швидко адаптувати свої портфелі до змін у фінансових ринках, забезпечуючи ефективне управління портфелем у різних ринкових умовах.

Практичні застосування алгоритмів моделювання ризиків та доходності в оптимізації портфеля підтверджують їхню велику корисність у фінансовій сфері. Ці алгоритми дозволяють інвесторам ефективно управляти своїм портфелем, максимізуючи доходність та мінімізуючи ризик. При цьому важливо враховувати конкретні цілі та

обмеження кожного інвестора, а також вміло використовувати доступні фінансові дані та інструменти аналізу для прийняття обґрунтованих рішень.

Перелік джерел посилання

1. Останкова Л., Шевченко Н. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками : Навч. посіб. Центр навч. літ., 2011. 256 с. URL: <https://shron1.chtyvo.org.ua/>

Ostankova_Larysa/Analiz_modeliuvannia_ta_upravlinnia_ekonomichnymy_ryzkyamy.pdf (дата звернення: 04.03.2024).

2. Сливінська О., Боднар О. Repository (electronic archive of open access) of the State Biotechnological University: Статистичні методи в економічному та управлінському аналізі. Repository (URL: <https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/5202> (дата звернення: 04.03.2024).

УДК 004.05

Гончарова Н. В.,

аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ПОЗИЦІЯ ЗВО У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ЯК ЗАПОРУКА ФОРМУВАННЯ ЯКІСНОГО КОНТИНГЕНТУ СТУДЕНТІВ

Сьогодні вища освіта – це товар, прямими постачальниками якого є заклади вищої освіти (ЗВО). Нормальне функціонування ринку передбачає наявність здорової конкуренції. Таким чином, університети з метою отримання максимального прибутку мають безперервно боротись за такі ресурси як студенти, фінансування, висококласні наукові кадри тощо.

Окрім того, під час цієї боротьби ЗВО постійно зіштовхуються з різними викликами: плани уряду різко скоротити кількість закладів на ринку, низька народжуваність у минулому спричинила спад у кількості потенційних вступників, військові дії в країні призвели до масового виїзду українців вступного віку за кордон та змін в структурі контингенту студентів як такого.

Окремим викликом є те, що особливістю абітурієнтів, які братимуть участь у вступній кампанії, в результаті тривалого навчання онлайн протягом військових дій та тотальних карантинів є те, що вони погано

пристосовані до живого спілкування. Вони значно більше покладаються на технічні засоби у взаємодії між собою, аніж на живе спілкування. Таким чином, їм необхідну інформацію вони збирають більшою мірою з цифрових ресурсів.

Більш того, важливим показником якості студентського контингенту та рівня надання освітніх послуг загалом є наявність в університеті іноземних студентів, які, в свою чергу, отримують всю необхідну інформацію про університет саме з вебджерел, в тому числі з міжнародних університетських рейтингів. Наприклад, Webometrics – один із рейтингів університетів світу, заснований за ініціатииви Міністерства науки та інновацій Іспанії, за яким аналізують ступінь представлення діяльності університетів в інтернет-просторі – вираховує присутність університету в інтернеті на основі таких показників, як кількість зовнішніх джерел, які містять зворотні посилання на університетський сайт; аналіз індивідуальних профілів вчених у Google Scholar citations, відфільтрованих на основі e-mail-домену (-iv) ЗВО (з афіліацією ЗВО) тощо [1]. Причому, університет, в якого сайт не є доступним 24/7, або якщо виникають сумніви у якості та доцільності зовнішніх джерел посилань, може бути виключений з рейтингу через підозру про його нелегітимність.

Отже, основним джерелом інформації про університет для вступників є соціальні мережі та особливо сайт цього закладу. Таким чином, важливою частиною діяльності ЗВО є оптимізація цього сайту.

Популярність сайту в інтернеті визначається таким фактором, як вибір його в видачі пошукової машини (відвідуваність сайту). Наприклад, якщо спробувати знайти інформацію про Чорноморський національний університет імені Петра Могили (ЧНУ імені Петра Могили) по ключовому слову «ЧНУ», то, згідно з вебсервісом Google Trends, він займає аж четверте місце після Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Важливо згадати, що Google Trends для визначення популярності запитів використовує переходи на всі сторінки, які можуть містити інформацію, яка відноситься до того чи іншого запиту. На рисунку 2 можна побачити популярність запитів про різні миколаївські ЗВО.

Користувачі зазвичай обирають декілька перших позицій у пошуковій видачі. Іншими словами, що вище позиція сайту в результатах пошуку, то більша ймовірність, що відвідувач перейде на нього. Таким чином, про популярність ЗВО в інтернеті можна судити по позиції його сайту або будь-яких інших сторінок, які містять про нього інформацію, у видачі пошукової машини. Для її формування

пошукові системи враховують різні фактори, в тому числі зручність сайту, наявність описів і ключових слів в описі сторінки, наявність і частота вживання ключових слів у контенті сторінки безпосередньо, а також якість посилань на сайт на інших відомих вебсайтах, що може говорити про надійність джерела.

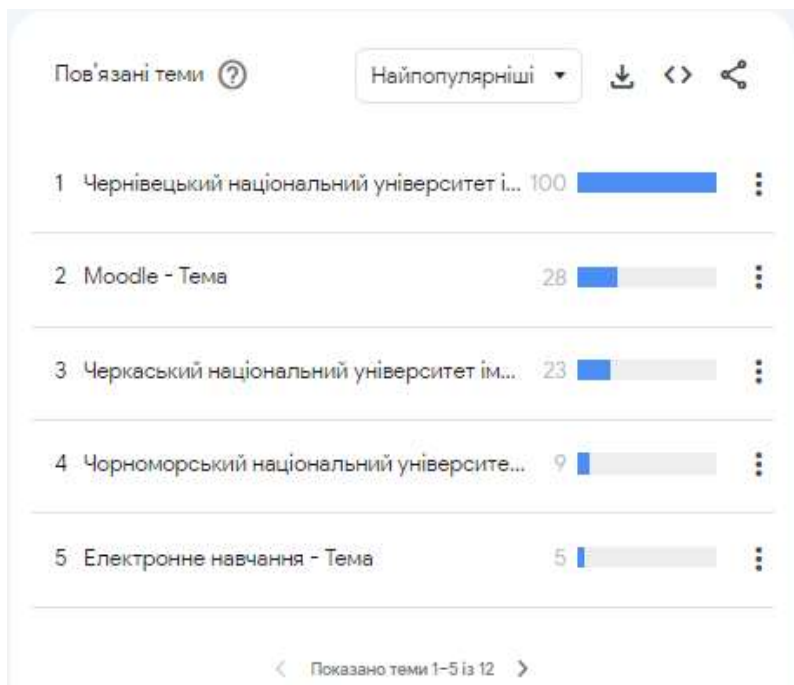


Рис.1. Місце сайту ЧНУ імені Петра Могили під час пошуку по ключовому слову «ЧНУ»

Оптимізація сайту – це комплекс методів, який робить сайт цікавим, зручним і корисним для користувача, зрозумілим і близьким для пошукових систем. Іншими словами, метою оптимізації сайту є підвищення його ефективності. Для оцінки ефективності сайтів можна використовувати Google Analytics – це платформа, за допомогою якої можна збирати дані з вебсайтів і застосунків та створювати звіти з корисною для компанії інформацією.



Рис.2. Популярність запитів про різні ЗВО м. Миколаєва

Окремо виділяють поняття пошукової оптимізації сайтів або SEO (з англ. *search engine optimization*) – процес коригування HTML-коду, текстового наповнення (контенту), структури сайту, контроль зовнішніх чинників для відповідності вимогам алгоритму пошукових систем, з метою підняття позиції сайту в результатах пошуку в цих системах за певними запитами користувачів [2].

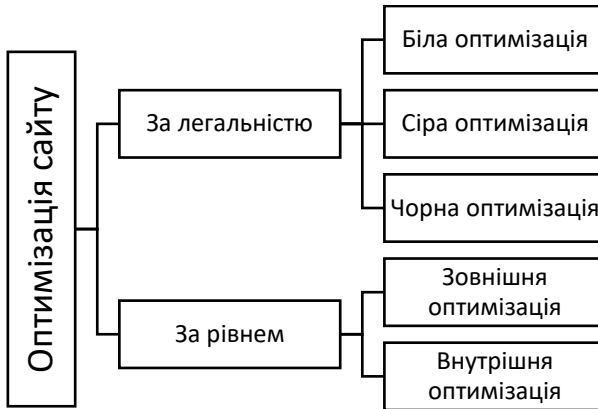


Рис.3. Типи оптимізації сайтів

Внутрішня оптимізація сайту (onpage SEO) – це покращення сторінок сайту з точки зору пошукових систем та користувачів. Основне завдання – зробити сторінку максимально релевантною відповідному пошуковому запиту або групі запитів. Рекомендується, щоб кількість запитів не перевищувала двох.

Основні властивості, на які звертають увагу SEO-фахівці під час внутрішньої оптимізації, – це теги і мета-теги; внутрішні посилання; структура сайту; контент сторінки оптимізація зображень; структура URL та мікророзмітка; соціальні фактори; дизайн та юзабіліті.

Тобто, на сайті не повинно бути помилок в HTML-розмітці (наприклад, всі парні теги мають бути закритими), в хеді сайту має бути описана вся необхідна для пошуку інформація. Особливо це стосується описів вебсторінок та ключових слів. Таким чином, досягається один з принципів оптимізації, коли одній сторінці вебсайту відповідає один (максимум два) запити.

Розглянемо сайт ЧНУ імені Петра Могили. Ключові слова не змінюються в залежності від сторінки, що не є гарною ідеєю з точки зору оптимізації сайту, адже сторінка кафедри інженерії програмного

забезпечення та наукового відділу мають зовсім різну тематику, а отже, й запити, для яких вони підходять, теоретично різні. Також, не вистачає ключових слів для англomовних запитів.

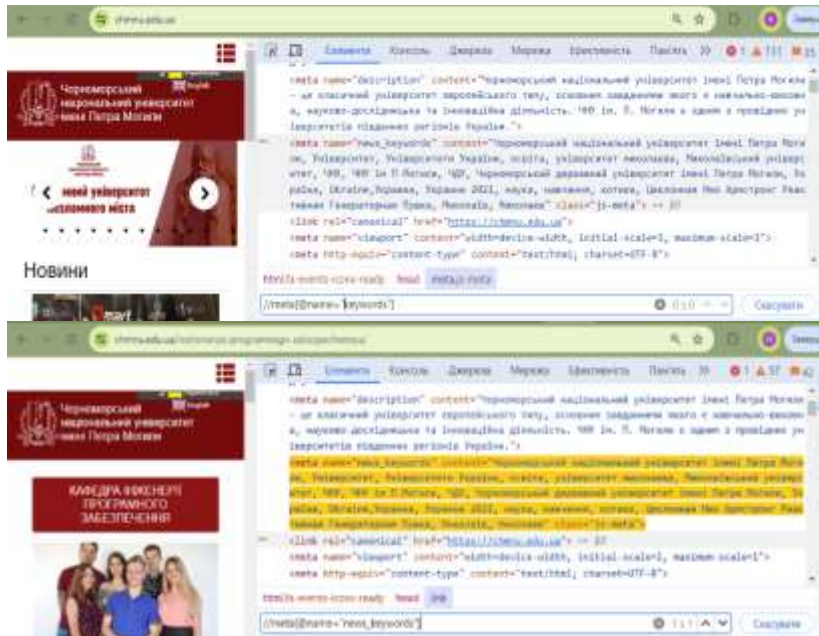


Рис.4. Ключові слова на сайті ЧНУ імені Петра Могили

Окрім того, ключові слова повинні зустрічатись і в контенті сторінки. Вони повинні бути рівномірно розподілені на сторінці і мати невелику скупченість. Інакше є ризики потрапити під фільтр за спам ключовими словами. Ключові слова повинні бути присутнім хоча б пару раз на всій сторінці, краще в різних абзацах.

Зовнішня оптимізація насамперед полягає в розміщенні згадувань або посилань на інших джерелах, які ведуть на просуваний сайт, тобто нарощуванні посилальної маси на сайт.

З точки зору зовнішньої оптимізації варто звертати увагу на такі фактори, як: якість ресурсів, які посилаються на сайт; анкорний текст (текст посилань); трафік на сторінку з посиланням (тобто, її відвідуваність); кількість посилань з однієї сторінки; соціальні фактори (вподобайки, обмін); згадування («цитування») сайту (без посилання); присутність в авторитетних каталогах; реєстрація в картографічних

сервісах (наприклад, google business); CTR в пошуку (робота над сніпетами).

З цим типом оптимізації краще бути особливо обережним, так як надмірне цитування сайту в різноманітних джерелах, які не завжди за тематикою відповідають тематиці вебсайту, може послугувати причиною для блокування сайту.

Отже, сайт університету відіграє важливу роль для формування контингенту студентів, адже багато з них шукають інформацію про ЗВО у вебджерелах або міжнародних рейтингах, які можуть враховувати присутність університету в інтернеті. Популярність сайту визначається, відвідуваністю сайту, яка великою мірою залежить від його позиції в видачі пошукової системи, а підвищенням цієї позиції займаються SEO-фахівці. При цьому не варто зловживати як внутрішньою, так і зовнішньою оптимізацією, оскільки надмірне використання таких заходів може зробити вебсайт, який оптимізується, підозрілим з точки зору пошукової системи.

Список використаних джерел

1. Alfiana F., Khofifah N., Ramadhan T., Septiani N., Wahyuningsih W., Azizah N. N., Ramadhona N. Apply the search engine optimization (SEO) method to determine website ranking on search engines. *International Journal of Cyber and IT Service Management*. 2023. Вип. 3, № 1. С. 65-73.
2. Lewandowski D., Sünkler S., Yagci N. The influence of search engine optimization on Google's results: A multi-dimensional approach for detecting SEO. 2021.

УДК 004.652.5

Постриган О. О.,

магістр зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»,

Горбань Г. В.,

канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедри інженерії програмного забезпечення,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ ОБ'ЄКТНОЇ СКБД REALM У ЗАСТОСУНКАХ REACT NATIVE

Спорт – це не лише здоровий спосіб життя, але і величезна індустрія, у якій конкурують мільйони людей, команд та організацій, тому для

досягнення успіху в спорті необхідно не тільки талант та удача, а й науковий підхід до планування, підготовки та прогнозування спортивних результатів, а особливо – результатів з академічного веслування. У цьому контексті використання інформаційних технологій, а особливо машинного навчання, відіграє важливу роль, оскільки дозволяють оброблювати велику кількість даних, виявити зв'язки та моделювати відповідні ситуації.

Академічне веслування – це вид спорту, який передбачає змагання на спеціальних човнах, пливучи за допомогою весел. Академічне веслування відрізняється від інших видів веслування кріпленням весел до човна за допомогою півобертальних петель, а спортсмени при цьому сидять спиною до напрямку руху.

Академічне веслування вимагає від спортсменів високого рівня фізичної і функціональної підготовки, технічної майстерності та психологічної стійкості. Для підвищення ефективності тренувального процесу в академічному веслуванні застосовуються сучасні методи моделювання, які дозволяють визначити оптимальну структуру спортивної діяльності та підготовки спортсменів. Аналіз даних тренувань в академічному веслуванні може бути здійснено за допомогою різних джерел інформації.

Для поточного дослідження було проведено тестування студентів ЧНУ імені Петра Могили з академічного веслування на тренажері Concept 2. У цьому тренажері для фіксації та зберігання результатів використовується монітор PM5, що дає можливість накопичення та збереження даних за певний період часу. Існує можливість обміну даними між монітором PM5 та персональним комп'ютером, відповідно до якого дані зберігаються в форматі CSV.

Дані про студентів завантажуються з файлу, після чого вибираються характеристики для аналізу, такі як вік, розмір, вага, пульс тощо. Ці характеристики нормалізуються для однорідності масштабу. Визначається кількість кластерів, у які будуть групуватися спортсмени (у даному випадку – 3).

Застосовується алгоритм кластеризації k-середніх для розділення спортсменів на відповідні кластери. Кожному спортсмену додається мітка кластера, до якого він належить. Надалі виводиться статистична інформація про характеристики спортсменів у кожному кластері (рис. 1), а також проводиться візуалізація кластерів на графіку, що дозволяє візуально оцінити розподіл спортсменів за характеристиками та кластерами (рис. 2).

```

super().check_params_vs_input(X, default_n_init=10)
Cluster 1:

```

	Unnamed: 0	Meters	Avg SPM	Cal/hr	Watt	Number_x \
count	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000
mean	105.131868	1355.560440	28.626374	826.758242	153.219780	6.241758
std	58.344229	124.276145	3.230577	142.794751	41.527448	1.250250
min	15.000000	1016.000000	21.000000	516.000000	63.000000	5.000000
25%	49.500000	1267.500000	26.500000	720.500000	122.000000	5.000000
50%	110.000000	1354.000000	28.000000	812.000000	149.000000	6.000000
75%	165.000000	1432.500000	31.000000	906.500000	176.500000	8.000000
max	195.000000	1690.000000	38.000000	1296.000000	290.000000	8.000000

	Meters_2min	SPM_2min	Cal/hr_2min	Watt_2min	...	Cal/hr_6min \
count	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000	...	91.000000
mean	471.395604	29.516484	905.472527	176.076923	...	794.571429
std	52.880763	3.563278	199.708974	58.004833	...	135.656522
min	355.000000	21.000000	549.000000	72.000000	...	496.000000
25%	432.500000	27.000000	750.500000	131.500000	...	609.500000
50%	477.000000	29.000000	905.000000	176.000000	...	775.000000
75%	509.000000	32.000000	1035.000000	213.500000	...	882.000000
max	618.000000	42.000000	1616.000000	382.000000	...	1125.000000

	Watt_6min	Number_y	Distance	Age	HeartRateBefore \
count	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000	91.000000
mean	143.835165	6.241758	1356.527473	18.989011	114.175824
std	39.361082	1.250250	124.779569	1.303794	14.065398
...					
75%	170.000000	171.500000	59.000000	2.0	
max	180.000000	181.000000	75.000000	2.0	

[8 rows x 26 columns]

Рис.1. Групування студентів за їх характеристиками

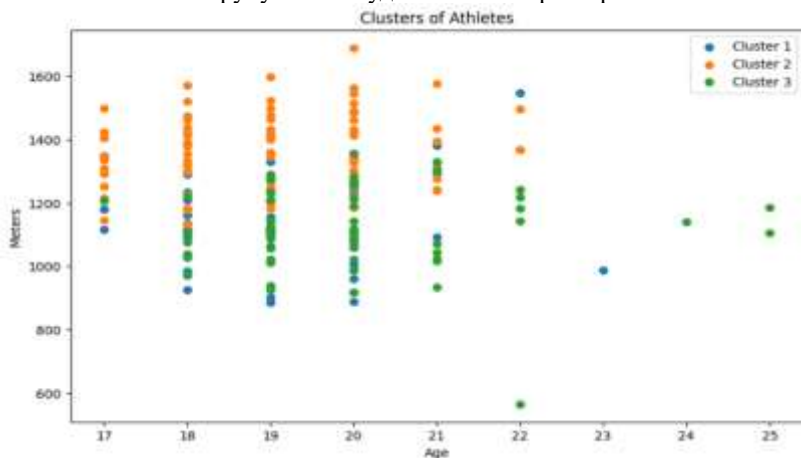


Рис.2. Групування студентів за їх характеристиками

Для розв'язання задачі прогнозування часу на проходження 500 метрів на весловому тренажері використовується алгоритм машинного навчання на основі довільного лісу. Алгоритм починається із завантаження даних про студентів, включаючи їх характеристики (зріст, вага, пульс до та після тренування) та показники виконання вправ на тренажері (наприклад, середня швидкість, кількість помахів веслом). Для підготовки даних до навчання моделі використовується перетворення часових даних у стовпці з цільовою змінною (час на проходження 500 метрів) з формату часу в хвилинах та секундах у кількість секунд. Далі дані поділяються на навчальний та тестовий набори. Навчання моделі здійснюється за допомогою Random Forest Regressor, який навчається на навчальних даних для прогнозування часу на проходження 500 метрів на основі характеристик студентів та їх результатів на тренажері. Для оцінки якості моделі використовують середньоквадратичну помилку (MSE) на тестовому наборі даних. Візуалізація результатів зображена на рис. 3 у вигляді scatter plot, що в свою чергу дозволяє порівняти фактичні значення часу на проходження 500 метрів із передбаченими моделлю, що допомагає оцінити точність моделі та її придатність для прогнозування результатів тренувань студентів.

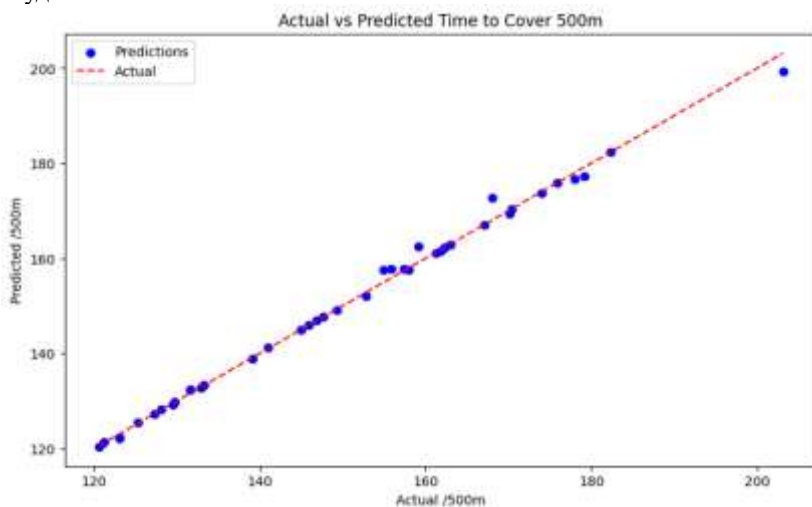


Рис.3. Прогнозування часу на проходження 500-та метрів

Для прогнозування статі студента за його фізичними параметрами після імпорту даних з файлу вибираються фізичні параметри (вік, зріст, вага, показники пульсу до та після тестування) для прогнозування статі

студента. Далі дані розділяються на тренувальний та тестовий набори відповідно, щоб оцінити ефективність моделі. Застосовується модель опорних векторів (SVM) з лінійним ядром для класифікації. Після навчання моделі вона використовується для прогнозування статі студентів у тестовому наборі. На завершення оцінюється точність моделі, а також виводиться інформація про прогнозовані статі перших 10 студентів для подальшого аналізу.

```
-- Accuracy: 0.95
Predicted Genders:
Student 1: ч
Student 2: ж
Student 3: ч
Student 4: ч
Student 5: ж
Student 6: ж
Student 7: ж
Student 8: ч
Student 9: ч
Student 10: ч
```

Рис.4. Прогнозовані статі перших 10 студентів

Матриця помилок допомагає зрозуміти, скільки і які помилки робить модель у прогнозуванні (рис. 5).

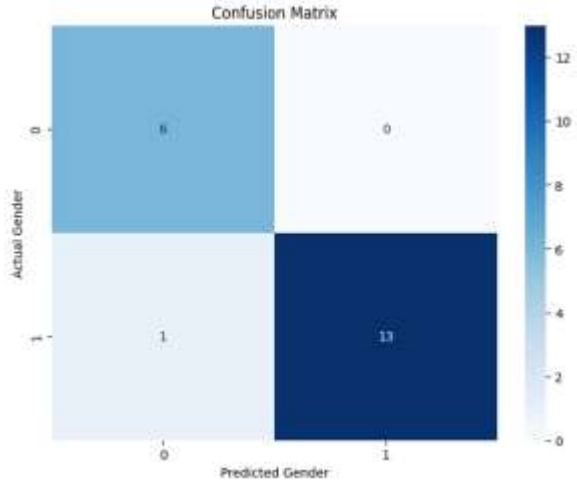


Рис.5. Матриця помилок

Таким чином, представлено результати аналізу, використовуючи алгоритм кластеризації k-середніх та процесів прогнозування часу проходження студентом 500-та метрів та статі студента за його фізичними параметрами. Результати моделей оцінюються на основі точності та візуалізуються для кращого розуміння.

Результати дослідження свідчать про успішну реалізацію системи для аналізу та прогнозування спортивних результатів на основі машинного навчання, яка може бути використана для покращення тренувального процесу та досягнення кращих результатів у спортивній діяльності.

УДК 004.6

Кірей К. О.,

канд. пед. наук, доцент,
кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ БАЗ ДАНИХ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасний розвиток ІТ-технологій сприяв бурхливому розвитку баз даних (БД). Так, зокрема, зазнали вдосконалення системи керування базами даних (СКБД), інструменти автоматизованого проєктування та моделювання БД. Моделі БД також набули значного різноманіття. Якщо донедавна провідною моделлю БД була реляційна, то зараз вже використовується підхід за яким модель БД обирається або створюється залежно від завдань, які на неї покладаються. Так можна спостерігати велике різноманіття моделей даних серед БД NoSQL систем. Отже, класифікація баз даних у контексті розвитку ІТ-технологій є актуальним питанням, оскільки дозволяє виокремити значущі якості та функціонал сучасних БД та СКБД. Пропоновані класифікації розглядають певні аспекти як самих БД, так і СКБД. Отже, з розвитком технологій, для класифікації БД використовувалися різні методи. В доповіді розглядаються підходи щодо класифікації БД: за кількістю одночасно підтримуваних користувачів, за місцем розташування даних, за технологією обробки даних, за ступенем структурованості даних, за моделлю даних.

За кількістю одночасно підтримуваних користувачів виокремлюються такі різновиди БД:

– Однокористувальницька БД (Single-User Database) – підтримує роботу лише одного користувача одночасно.

Тобто, якщо користувач А використовує БД, користувачі В та С мають чекати, поки користувач А не завершить роботу. Прикладом є персональні БД – однокористувальницькі БД, які працюють на персональному комп'ютері.

– Багатокористувальницька БД (Multi-User Database) – підтримує роботу кількох користувачів одночасно.

Прикладом є БД робочої групи (Workgroup Database) та корпоративна БД (Enterprise Database).

За місцем розташування даних виокремлюються такі різновиди БД:

– Централізована БД (Centralized Database) – підтримує дані, які розташовані на одному сервері (рис. 1.а).

– Розподілена БД (Distributed Database) – підтримує дані, розподілені за кількома різними серверами (рис. 1.б).

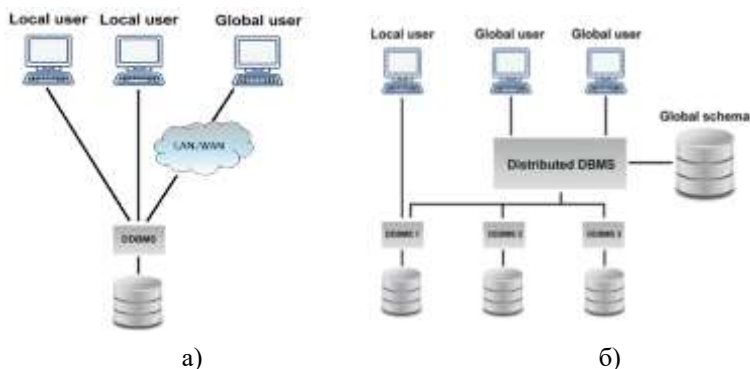


Рис.1. Архітектура БД

Як централізовані, так і розподілені БД вимагають певної інфраструктури реалізації та експлуатації БД (апаратне забезпечення, операційні системи, мережеві технології, програмне забезпечення тощо). Зазвичай, інфраструктура належить та підтримується організацією, яка створює та управляє БД. Але останніми роками набуває популярність використання хмарних БД. Їх можна розглядати як окремий різновид БД.

– Хмарна БД (Cloud database) – це база даних, яка зазвичай виконується на платформі хмарних обчислень, а доступ до БД надається як послуга. Є дві найпоширеніші моделі розгортання: БД даних як сервіс – користувачі можуть придбати безпосередньо

послугу доступу до БД, що обслуговується постачальником хмарного сервісу; образ віртуальної машини – запустити БД у хмарі незалежно, використовуючи образ віртуальної машини.

Найбільш популярний спосіб класифікації БД за технологією обробки даних. Тут виокремлюють два різновиди: OLTP (*Online Transaction Processing*) – система обробки транзакцій у реальному часі та OLAP (*Online Analytical Processing*) – оперативна аналітична обробка даних або аналіз даних у реальному часі. Під реальним часом (*real-time*) розуміється режим роботи системи, коли важливі не тільки правильність обробки й надання інформації, але і своєчасність обробки. Інформація в системах реального часу має бути оброблена за певний фіксований час, або до настання певної контрольної події [1].

OLTP обробляє запити й водночас забезпечує і захищає цілісність даних. Ефективність OLTP визначається кількістю транзакцій за секунду (TPS), які вона може обробляти. Системи OLTP оптимізовані для забезпечення транзакційної переваги, отже, підходять здебільшого для грошових транзакцій.

Термін OLAP уперше використав автор теорії реляційних БД Едгар Кодд в 1993 р. у статті «OLAP для користувачів-аналітиків: яким він має бути». Технологія об'єднує: сховища даних, сервер, засоби ETL (Extract, Transform, Load), програмне забезпечення для візуалізації аналітичної інформації та складання звітів. У процесі ETL дані потрапляють у сховище, обробляються і конвертуються в потрібний формат, вивантажуються на сервер для аналітичної обробки й повертаються назад для перегляду результатів.

БД можуть бути класифіковані за ступенем структурованості даних – це новий підхід щодо класифікації у контексті розвитку NoSQL-БД. Тут виокремлюють неструктуровані дані (Unstructured Data), структуровані дані (Structured Data), напівструктуровані дані (Semi-Structured Data) [2].

Неструктуровані дані – це дані, які не організовані заздалегідь певним чином або не мають наперед визначеної моделі даних, а отже не можуть бути використані комп'ютерною програмою без попередньої обробки.

Характеристики неструктурованих даних:

- дані не відповідають моделі даних і не мають певної структури;
- дані не можуть зберігатися у вигляді рядків і стовпців, як у БД;
- дані не підлягають будь-якої семантиці або правилами;
- у даних бракує певного формату або послідовності;
- дані не мають легко ідентифікованої структури.

Джерела неструктурованих даних: вебсторінки, зображення (JPEG, GIF, PNG тощо), відео, текстові документи і презентації, опитування тощо.

Структуровані дані – це дані, які відповідають моделі даних, мають чітко визначену структуру, впорядковані за певними правилами й можуть бути легко доступні і використані людиною або комп'ютерною програмою. Структуровані дані зазвичай зберігаються за чітко визначеною схемою. Наприклад, як у реляційних БД, дані зберігаються в таблиці, яка складається з стовпців й рядків, які визначають їхні атрибути.

Характеристики структурованих даних:

- дані відповідають моделі даних і мають легко ідентифіковану структуру;
- дані добре організовані, тому призначення, формат і значення даних відомі;
- дані зберігаються у фіксованих полях усередині запису або файлу;
- схожі об'єкти групуються разом, утворюючи відносини або класи;
- об'єкти в одній групі мають однакові атрибути;
- елементи даних є адресованими, тому їх можна ефективно аналізувати та обробляти.

Джерела структурованих даних: БД SQL, електронні таблиці, OLTP-системи, онлайн-форми, датчики, такі як GPS і RFID-мітки тощо.

Напівструктуровані дані – це дані, які не відповідають моделі даних, але мають певну структуру. Їм не вистачає фіксованої або жорсткої схеми. Це дані, які не зберігаються в реляційних БД, але мають деякі організаційні властивості, які полегшують їхній аналіз.

Характеристики напівструктурованих даних:

- дані не можуть зберігатися у вигляді рядків і стовпців, як у БД;
- напівструктуровані дані містять теги й елементи (метадані), які використовуються для групування даних і опису способу їхнього зберігання;
- схожі об'єкти згруповані разом і утворюють ієрархію;
- об'єкти в одній і тій же групі можуть мати або не мати однакові атрибути або властивості;
- розмір та тип одних і тих же атрибутів у групі можуть відрізнятися.

Джерела напівструктурованих даних: БД NoSQL, електронні листи, XML та інші мови розмітки, двійкові виконувані файли, пакети TCP/IP, архівні файли, інтеграція даних із різних джерел тощо.

Розглянуті класифікації БД дозволяють виокремити такі важливі аспекти, як технології організації БД, технології обробки даних та характеристику самих даних (їхнє походження, структуру, джерела). Звісно пропонувані класифікації не можна розглядати як цілком достатні. Також треба взяти до уваги, що з розвитком технологій, для класифікації БД можуть використовувалися й інші методи.

Список використаних джерел

1. Real-Time Processing: Difference & (Dis)Advantage Over Batches. *SentinelOne*, July 13, 2021. URL: <https://www.sentinelone.com/blog/real-time-processing/#:~:text=Real-time%20processing%20is%20the%20method,some%20examples%20of%20real-time%20processing> (дата звернення: 09.04.2024).

2. What's the difference between structured, semi-structured, and unstructured data? *Automation hero*. URL: automationhero.ai/blog/whats-the-difference-between-structured-semi-structured-and-unstructured-data (дата звернення: 09.04.2024).

УДК 004.422

Боровльова С. Ю.,

ст. викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна,

Костюк Є. В.,

студентка факультету комп'ютерних наук,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ AJAX У РЕАЛІЗАЦІЇ ДИНАМІЧНОГО КОНТЕНТУ

З розвитком вебтехнологій стає все складніше знайти ресурс, в якому були б лише статичні сторінки, особливо якщо передбачається хоча б якась взаємодія між клієнтом і сервером та наявність бази даних. Якщо розглядати різницю безпосередньо між статичними та динамічними сайтами, то у першому випадку доведеться самостійно оновити сторінку, щоб побачити якісь зміни після натискання на кнопку, до якої прикріплена певна подія. У другому ж випадку користувач може бачити результат своїх дій одразу ж, що є гарною практикою і сприяє позитивному користувацькому досвіду.

Одною з технологій, що широко використовується серед веброзробників для реалізації динамічного оновлення контенту, є AJAX – Asynchronous JavaScript and XML. З її допомогою клієнт взаємодіє з сервером і відправляє запити асинхронно, отримуючи відповіді з можливістю їх обробити без перезавантаження сторінки. Загалом можна виділити три основні сфери застосування AJAX:

1. динамічне оновлення контенту;
2. обробка форм – відправлення та отримання даних (наприклад, функціонал приватних повідомлень для запиту на API з метою його обробки, або ж пошук у списку користувачів при введенні певного імені чи електронної пошти);
3. асинхронна валідація даних на сервері (наприклад, можна з певною періодичністю перевіряти наявність нових записів в БД, якщо немає прив'язки до вебсокетів).

На рис. 1 наведено принцип роботи технології – спочатку браузер (клієнт) створює виклик JavaScript, який ініціює створення об'єкту XMLHttpRequest. Цей об'єкт переносить дані між браузером та вебсервером, після чого може надіслати запит на отримання оновлених даних. Далі клієнт використовує JavaScript для обробки відповіді та оновлює контент сторінки без перезавантаження.

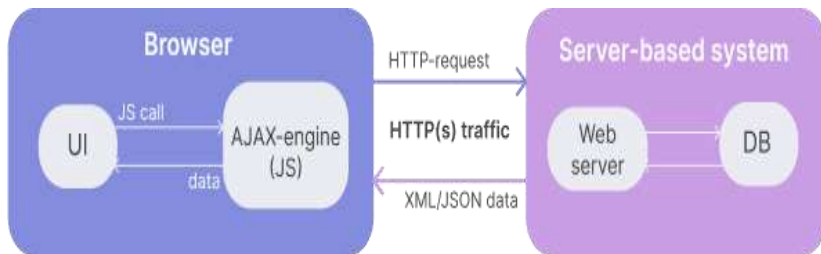


Рис.1. Принцип роботи AJAX

Код видалення повідомлення, що зберігається в базі даних та показується на сторінці, може виглядати наступним чином:

```
deleteMessageConfirmation.on("click", (e) => {
    const objId = $(e.target).attr("data-id");

    $.ajax({
        method: "DELETE",
        url: `${apiUrl}${objId}`,
        headers: {"X-CSRFToken": CSRFToken},
```

```

        dataType: "json",
        contentType: "application/json;
charset=utf-8",
        error: function(data) {
            Toastify(defaultErrorData).showToast(
        );
        },
        success: function(data) {
            $(".js-message-
popup").addClass("hidden");
            $('`js-internal-message[data-
id=${objId}]`).remove();
            Toastify({
                ...defaultSuccessData,
                text: "Your message was deleted
successfully!",
            }).showToast();
        }
    });
});
});

```

Спочатку додається подія натискання на кнопку – jQuery-об’єкт, що був визначений у коді раніше, і отримується data-атрибут id, в якому зберігається ідентифікатор повідомлення з БД. Після цього викликається ajax-функція, в яку передається об’єкт з рядом визначених параметрів: HTTP-метод (в цьому випадку – DELETE), url (передається URL API, що працює з повідомленнями на backend), заголовки, тип даних, який буде отримано у відповідь, а також функції при успішній відповіді з серверу та при певній помилці.

Таким чином, при успішному видаленні повідомлення та отримання відповіді з кодом 200 (OK) спливає вікно з підтвердженням видалення закривається (додається клас, що його приховує), а сам блок з повідомленням видаляється з DOM-дерева. Окрім цього, користувач бачить оновлені дані та спливає вікно за допомогою бібліотеки Toastify.

У підсумку, можна відзначити, що використання AJAX дозволяє створювати вебсайти з динамічним контентом, що робить їх більш гнучкими та розширюваними для покращення користувацького досвіду. При цьому, застосування цієї технології спрощує процес обміну даних з сервером, забезпечуючи швидку та безперервну передачу інформації.

Кудрявцев А. В.,
аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ПРОЦЕДУРНИЙ РЕКУРСИВНИЙ АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦІЇ НА ОСНОВІ ТРИКУТНИКІВ

До недавнього часу геометричні моделі різноманітних природних ландшафтів традиційно створювалися на основі відносно простих геометричних фігур або цілком вручну. Очевидно, що цей метод, достатній для опису елементарних структур, має певні недоліки при застосуванні до створення складних об'єктів, таких як контур континентальних берегів, гір тощо.

Протягом останніх 5-10 років нові геометричні концепції, зокрема фрактали, наприклад алгоритм «Diamond-Square», і шуми, такі як шум Перліна, все більше використовуються для опису ландшафтів та схожих структур, замінюючи багато традиційних практик алгоритмічною процедурною генерацією.

Алгоритмічна процедурна генерація є типом комп'ютерного алгоритму, який автоматично створює контент у реальному часі згідно зі встановленими правилами, коефіцієнтами та обмеженнями. У порівнянні зі створеним у ручну контентом, процедурна генерація може працювати з ефектом непередбачуваності.

Дослідження та розробки, особливо щодо генерації рельєфів, проводилися різними розробниками. Ключовий внесок внесли Ін (Yin) і Чжен (Zheng), які розробили метод параметрично контрольованої генерації рельєфів (PCTG). Крім того, вони зосередилися на методі, за яким генерація сітки відповідає геометричним властивостям поверхні, забезпечуючи вірність оригінального дизайну при оптимізації для структурних вимог.

Бібліотека шаблонів підземелля (DTL) і двигун THREE.Terrain, інструменти для процедурної генерації, які представляють спільні зусилля розробників, спрямовані на подальший розвиток цієї галузі.

Дослідження на основі DTED зосереджується на використанні даних про реальну висоту для створення точних і реалістичних рельєфів.

Шум Перліна (Perlin Noise) (рис. 1) є процедурним текстурним примітивом, що використовується в комп'ютерній графіці для створення текстур, що природно виглядають і рельєфів; розроблений Кеном Перліном та представляє собою функцію градієнтного шуму, яка виробляє більш природний і органічний вигляд порівняно з чисто

випадковим шумом. Цей алгоритм став фундаментальним інструментом у графіці для створення складності в візуальних ефектах та оточеннях, таких як хмари, ландшафти і текстури на поверхнях, шляхом симуляції випадковості, яку можна спостерігати в природі. Його здатність генерувати широкий спектр ефектів за допомогою простих налаштувань робить його дуже універсальним для як 2D, так і 3D графіки.

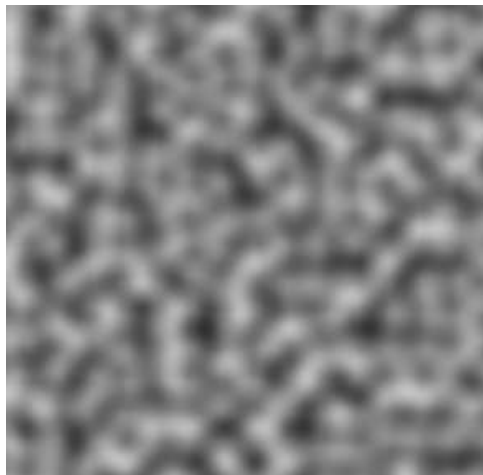


Рис.1. Карта висот, згенерована за допомогою шуму Перліна

Алгоритм «Diamond-Square» є методом для генерації фрактальних поверхонь, що наближаються до природних рельєфів. Він особливо корисний у комп'ютерній графіці для створення ландшафтів та інших нерегулярних поверхонь, що природньо виглядають у 3D моделях і оточеннях.

Алгоритм «Diamond-Square» (рис. 2) був запропонований Фурньє (Fournier), Фасселом (Fussell) і Карпентером (Carpenter) на конференції SIGGRAPH у 1982 році. Цей алгоритм працює на двовимірній квадратній сітці і просувається через серію ітерацій, кожна з яких вдосконалює деталі сітки, додаючи випадковість для симуляції складності природних ландшафтів.

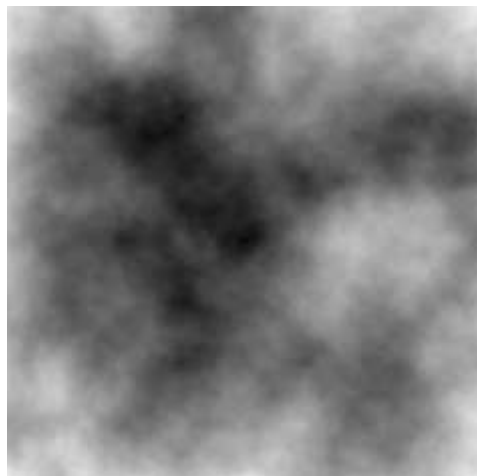


Рис.2. Карта висот, згенерована за допомогою Diamond-Square

Розроблений алгоритм TMF (Triangular Mesh Fractal) (рис. 3) ґрунтується на принципах алгоритму «Diamond-Square» і також є варіантом стохастичного фракталу, який представляє стохастичну поверхню. Схоже до попередньо-згаданого алгоритму, він імітує вигляд природної поверхні.

Алгоритм працює з двовимірною сіткою, проте для початку роботи потрібно менше опорних точок, крім того, нова процедура включає менше кроків для досягнення результату, схожого на базовий алгоритм.



Рис.3. Карта висот, згенерована за допомогою алгоритму TMF

Алгоритм TMF відрізняється декількома основними перевагами порівняно з традиційними техніками процедурної генерації:

- *Використання трикутної тесселяції*: алгоритм TMF сприяє створенню більш природних і різноманітних ландшафтів (рис. 4), уникаючи обмежень, які накладаються квадратними сітками.

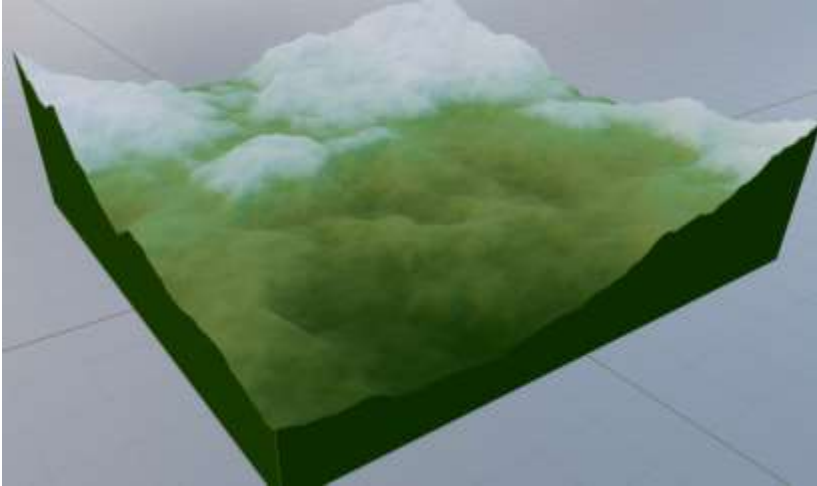


Рис.4. Візуалізація роботи алгоритму TMF

- *Покращення обчислювальної ефективності*: TMF забезпечує помітне покращення обчислювальної ефективності, дозволяючи швидше генерувати картографічні дані високої роздільної здатності без втрати якості або деталей згенерованого контенту.

- *Можливість зшивання ландшафтів*: завдяки здатності до зшивання, алгоритм TMF забезпечує безшовне об'єднання сусідніх частин території, створюючи однаковий і просторово розширений ландшафт без видимих швів.

Лисенков Е. А.,
д-р фіз.-мат. наук, професор,
в.о. завідувача кафедри фізики та математики
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

НОВІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОЛІМЕРНІ НАНОКОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ З КОМБІНОВАНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

До наукових досліджень у даному напрямку прикута увага провідних світових науково-дослідних установ, інститутів, а також науково-технічних комплексів виробників і користувачів промисловості як в Україні, так і за її межами. Сучасний стан розвитку промисловості потребує нових легких та, водночас, надміцних матеріалів, що можуть використовуватися як для захисту від згубних впливів навколишнього середовища, так і бути основою для створення різноманітних конструкцій. Таким вимогам відповідають арамідні волокна, матеріали з яких є надміцними та мають унікальні властивості [1]. Комерційними назвами таких волокон є кевлар, номекс або тварон. Кевлар, наприклад, демонструє високі показники механічної міцності на розрив та механічного модулю, забезпечуючи балістичний захист і захист від осколків. Механічні властивості кевлару забезпечують критерії проектування для багатофункціональних матеріалів із високим балістичним захистом. Високі показники механічної міцності на розрив та механічного модулю кевлару є результатом його пара-арамідної жорсткої стрижневої полімерної основи, яка утворюється з рідкокристалічних розчинів із упорядкованими доменами, які спонтанно вирівнюються та кристалізуються під напругою зсуву при утворенні волокна [2].

Для досягнення унікальної комбінації властивостей матеріалу для широкого спектру застосувань було запропоновано поєднувати арамідні волокна з різними неорганічними наповнювачами, наприклад вуглецевими нанотрубками (ВНТ) [3]. Так, Dan Yan та ін. показали використовували вуглецеві нанотрубки, як направляючі для орієнтації арамідних волокон. Структурні особливості ВНТ дозволяють їм орієнтуватися під час процесу виготовлення, що може спричинити впорядковане розташування полімерів і покращити орієнтацію мікроструктури волокон, у тому числі в кристалічних і аморфних областях. Отримані волокна демонстрували збільшення міцності на

розтягування на 22% і подовження на 23%, з максимальною міцністю на розрив $7,01 \pm 0,31$ ГПа та ефективністю зміцнення 893,6 [4].

Є велика кількість робіт, які досліджують армування полімерної матриці за допомогою різноманітних волокон [5]. Водночас, широкого застосування для покращення властивостей чистих полімерів набули вуглецеві волокна. Використання комбінованого наповнювача з вуглецевих та арамідних волокон відкриває новий напрямок для створення полімерних композитних матеріалів із поліпшеними функціональними характеристиками.

У той же час існують наукові роботи, які підтверджують існування синергетичного ефекту при використанні нанонаповнювачів різної природи, при якому один наповнювач підсилює ефект від іншого. Тому поєднання ВНТ та параарамідних волокон та введення їх до складу полімерної матриці має широкі перспективи для створення новітніх багатофункціональних полімерних нанокompозитних матеріалів.

У результаті проведеної роботи було розроблено методику отримання полімерних нанокompозитних матеріалів, які містять параарамідні волокна та вуглецеві нанотрубки. Створено концентраційні ряди нанокompозитів на основі різних полімерних матриць комбінованого наповнювача. Проведено дослідження систем полімер-наповнювач методом рентгеноструктурного аналізу та здійснено математичну обробку результатів шляхом сучасного математичного моделювання. Проведено комп'ютерні симуляції утворення перколяційних кластерів із нанотрубок та арамідних волокон.

Список використаних джерел

1. Dharmavarapu P. Aramid fibre as potential reinforcement for polymer matrix composites: a review. *Emergent Mater.* 2022. 5. P. 1561-1578.
2. Gonzalez G.M., Ward J., Song J., Swana K., Fossey S.A., Palmer J.L., Zhang F.W., Lucian V.M., Cera L., Zimmerman J.F., Burpo F.J., Parker K.K. Para-Aramid Fiber Sheets for Simultaneous Mechanical and Thermal Protection in Extreme Environments, *Matter*, 2020. Vol. 3, № 3, P. 742-758.
3. Luo J., Wen Y., Jia X. et al. Fabricating strong and tough aramid fibers by small addition of carbon nanotubes. *Nat Commun.* 2023. 14. P. 3019.
4. D. Yan, J. Luo, S. Wang, X. Han, X. Lei, et al. Carbon Nanotube-Directed 7-GPa Heterocyclic Aramid Fiber and Its Application in Artificial Muscles. *Advanced Materials*. P. 2306129.
5. Zhang B., Jia L., Tian M., Ning N., Zhang L., Wang W. Surface and interface modification of aramid fiber and its reinforcement for polymer composites: A review. *European Polymer Journal*. 2021. 147. P. 110352.

Раленко В. С.,
викладач кафедри інженерії програмного забезпечення
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна
Стоєв Є. Д.,
викладач кафедри інженерії програмного забезпечення
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УНІКАЛІЗАЦІЇ КОДУ PYDROID ПРОЄКТІВ

Проблема унікалізації коду під час розробки Android застосунків є актуальною, оскільки вимоги як замовників, так і магазинів для розміщення Android застосунків (таких як Google Play або Amazon Appstore).

Перш ніж перейти до обговорення Beeware (колишня назва pydroid), давайте розглянемо, що таке унікалізація коду і чому вона є важливою для розробників програмного забезпечення.

Унікалізація коду – це процес оптимізації та упорядкування програмного коду з метою полегшення його розуміння, модифікації та підтримки. Вона включає в себе різноманітні методи, такі як рефакторинг, виправлення помилок, оптимізація продуктивності та створення зрозумілого та чистого коду.

Унікалізований код має кілька переваг:

Покращена зрозумілість: Код стає більш зрозумілим для інших розробників, що дозволяє їм швидше зрозуміти, як працює програма та як можна внести зміни без ризику виникнення помилок.

Підтримка інтеграції: Унікалізований код легше інтегрувати з іншими частинами програми, що сприяє розвитку та масштабуванню проєктів.

Зменшення ризику помилок: Чистий та організований код має менше шансів на виникнення помилок, що робить його більш надійним та стабільним.

Отже, унікалізація коду відіграє ключову роль у процесі розробки програмного забезпечення, сприяючи покращенню якості та продуктивності проєктів.

Beeware – це інноваційний проєкт, спрямований на полегшення розробки мобільних додатків за допомогою унікалізації коду. В основі цього проєкту лежить ідея надати розробникам інструменти, які дозволять автоматизувати процеси роботи з кодом, зменшити час, необхідний на розробку, і підвищити якість готового продукту.

Beeware пропонує низку інструментів для унікалізації коду, включаючи:

- Автоматичний рефакторинг: Beeware забезпечує можливість автоматичного рефакторингу коду, що дозволяє розробникам швидко оптимізувати структуру свого програмного коду без ручного втручання. Це включає видалення зайвого коду, оптимізацію алгоритмів та виправлення недоліків в структурі програми.

- Інструменти аналізу коду: Beeware надає розробникам різноманітні інструменти для аналізу їхнього коду, такі як виявлення дублікатів коду, аналіз ефективності та ідентифікація потенційних проблем.

- Інтегрована середовище розробки: Beeware поєднує в собі інтегровану середовище розробки (IDE) з набором інструментів для унікалізації коду, що дозволяє розробникам працювати над проектами у зручному середовищі, максимально ефективно використовуючи всі доступні можливості.

- Підтримка різних мов програмування: Beeware підтримує різні мови програмування, включаючи Python, Java, Kotlin та інші, що робить його універсальним інструментом для розробки мобільних додатків на різних платформах.

На сьогоднішній день Beeware є одним з найбільш перспективних проєктів у сфері розробки мобільних додатків. Його постійно розвивають та вдосконалюють, додаючи нові можливості та функціонал для забезпечення ще більшої ефективності та зручності в роботі з кодом.

Можливі напрямки розвитку Beeware включають:

- розширення підтримки мов програмування: додавання підтримки нових мов програмування для розширення кола користувачів та забезпечення більшої універсальності інструменту;

- вдосконалення алгоритмів аналізу коду: покращення алгоритмів аналізу коду для більш точного виявлення проблем та помилок у програмному коді;

- інтеграція з іншими інструментами розробки: забезпечення можливості інтеграції beeware з іншими популярними інструментами розробки, щоб забезпечити більш гнучку робочу обстановку для розробників.

Завдяки постійному розвитку та інноваціям, Beeware продовжує займати провідні позиції у сфері розробки мобільних додатків і вносити значний вклад у покращення якості та продуктивності програмного забезпечення

Додаткова обфускація коду має декілька причин:

1. Захист інтелектуальної власності: Обфускований код

ускладнює розуміння та аналіз програмного коду іншими розробниками. Це допомагає зменшити ризик крадіжки інтелектуальної власності та незаконного використання коду.

2. Захист конфіденційної інформації: Обфускація коду може приховати конфіденційні дані, такі як ключі API, паролі та інші чутливі дані. Заміна зрозумілих назв на незрозумілі значно ускладнює розуміння цих значень при аналізі декомпільованого коду.

3. Унеможливлення зловживання функціоналом: Обфускація коду може ускладнити зловживання функціоналом додатків, зменшити можливість зламу або модифікації додатків з несанкціонованими цілями.

4. Зниження ризику вразливостей безпеки: Додаткова обфускація коду допомагає ускладнити виявлення потенційних вразливостей безпеки в додатку. Змінні, методи та класи з незрозумілими назвами ускладнюють пошук та використання конкретних компонентів додатка зловмисниками.

5. Виконання вимог відповідності: В деяких випадках, зокрема при розробці фінансових або медичних додатків, вимоги до безпеки можуть вимагати додаткової обфускації коду.

В розробленому програмному забезпеченні використані мови програмування Python та Java. Дані мови програмування обрані, оскільки для Python немає бібліотеки, яка могла б парсити Java код в об'єкти та працювати з ним. Структура коду є модульною, оскільки для додаткової обфускації коду виконуються такі дії як перейменування класів та змінних в них, зміна сигнатури коду, додавання коду для наповнення, та зміна зображень.

Основною мовою програмування є Python, оскільки:

- він має потужні засоби для обробки та зміни текстових файлів (такі як готові функції для заміни тексту тощо);

- він містить в собі парсер XML в дерево елементів для подальшої обробки та виведення в файл; [1]

- витрачається менше часу на розробку коду для обробки файлів;

- він має багато бібліотек для шифрування даних, які можна використовувати для шифрування рядків в коді.

Отже, додаткова унікалізація коду дозволяє підвищити безпеку застосунку, як від блокування, так і від плагіату. Розроблене програмне забезпечення ключі дешифрування коду залишає лише у розробників та не додає в вихідні файли, на відміну від ProGuard.[2] Через це засобами декомпіляції буде майже неможливо отримати оригінальний код застосунку. Veeware – це інноваційний проєкт, який пропонує унікальні

можливості для управління та оптимізації коду при розробці мобільних додатків. Завдяки своїм інструментам для унікалізації коду, Beeware дозволяє розробникам створювати програмне забезпечення більш якісним, надійним та продуктивним способом.

Список використаних джерел

1. The ElementTree XML API. URL: <https://docs.python.org/3/library/xml.etree.elementtree.html> (дата звернення 14.04.2024)
2. What is BeeWare? URL: <https://beeware.org/project/overview/> (дата звернення 15.04.2024)

УДК 004.4

Степанчук Д. К.,
здобувач вищої освіти факультету комп'ютерних наук,
Кандиба І. О.,
PhD, старший викладач кафедри
інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗМІЙ НА БАЗІ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ШІ

Знаходячись на природі, під час піших прогулянок туристи можуть зустріти змій. Укуси деяких з них є отруйними і можуть становити загрозу життю і здоров'ю потерпілого, тому важливим є можливість швидко і точно розрізнити чи була рептилія отруйною і, за можливості, правильно визначити її вид.

Для вирішення такої проблеми у сучасному світі існують БД, де вихідними даними є візуальна інформація (фото чи відео змії), а вихідними даними є певний клас (отруйна чи не отруйна; вид змії) традиційно використовуються методи машинного навчання. До 2012 року використовувались різні підходи, такі як згортка Фішера [1], метод головних компонент та інші. Починаючи з 2012 року, де-факто стандартом для вирішення задач стали згорткові нейронні мережі, які вже у 2015 році у рамках щорічного конкурсу ImageNet нейромережа змогла показати результат кращий за результати людини[2].

З того часу почалась ера бурхливого розвитку глибокого навчання, а для задач класифікації часто достатній рівень забезпечують переднавчені моделі сімейств resNet, vggNet, які донавчаються на інших даних чи використовують передавальне навчання для вирішення поставленої задачі. Тим часом було запропоновано багато нових методів регуляризації моделей, покращень результатів роботи за допомогою зміни архітектури моделі, оптимізатора, функцій втрат та інших практик, які покращують результати роботи моделі.

Реалізувати класифікацію зображень можливо засобами мови програмування Python, використовуючи такі бібліотеки як PyTorch та TensorFlow, оскільки вони надають великий набір високорівневих інструментів для розробки рішень глибокого навчання.

Список використаних джерел

1. Результати ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2011 (ILSVRC2011).URL: <https://image-net.org/challenges/LSVRC/2011/> (Дата звернення: 22.04.2024).

2. Результати ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge за 2010-2015 pp..URL: https://www.researchgate.net/figure/Top-5-error-rates-for-the-imageNet-competition-over-the-years-4_fig1_332247499(Дата звернення: 22.04.2024).

УДК 004.4'27

Боровльова С. Ю.,

ст. викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна,

Сомряков Б. О.,

студент факультету комп'ютерних наук,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕЙНЕРА VECTOR БІБЛІОТЕКИ STL У РОЗРОБЦІ ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКІВ

Під час створення ігрових застосунків необхідно зберігати дані про ігрові об'єкти. Не знання того, як в середні працюють класи vector та функції для завантаження графічних зображень може привести до серйозних проблем оптимізації, причину яких дуже важко відслідкувати.

На рисунку 1 представлена структура класу vector зсередини:

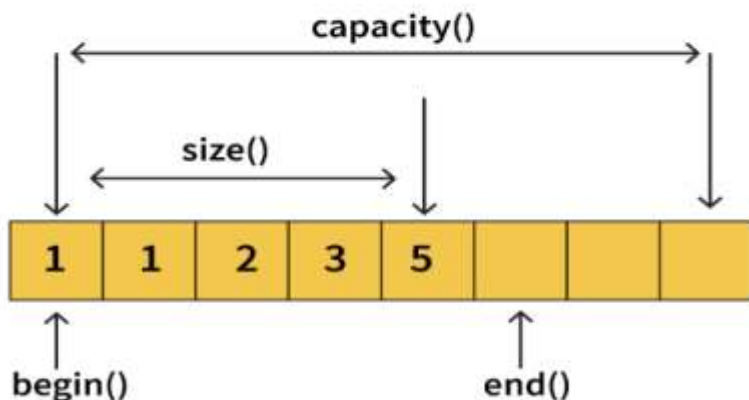


Рис.1. Структура класу vector

На рисунку видно, що vector не нескінченний. Коли vector повністю заповнюється, під нього виділяється приблизно в два рази більше пам'яті, ніж було до цього, а всі об'єкти перезаписуються. В звичайних умовах це не критично, оскільки перезапис цифр чи навіть об'єктів класів, які містять інформацію про цифри, рядки, та інші вбудовані типи даних, не займає багато часу. У випадку створення гри постійний перезапис даних є критичним. Через це вважається доречним використовувати vector з вказівниками на об'єкти: `vector<GameObject*>`.

В цьому є сенс оскільки переписувати вказівники набагато швидше, ніж переписувати графічні зображення. Цей процес представлений на рисунку 2.

Підхід `vector<GameObject*>` також дозволяє легко додавати, видаляти або модифікувати об'єкти, що є корисним у динамічних сценаріях. Більш того, HEAP є більшим за Stack, тому використання HEAP під час створення ігрових застосунків, де треба зберігати інформацію про мільйони ігрових об'єктів, є більш доречним.

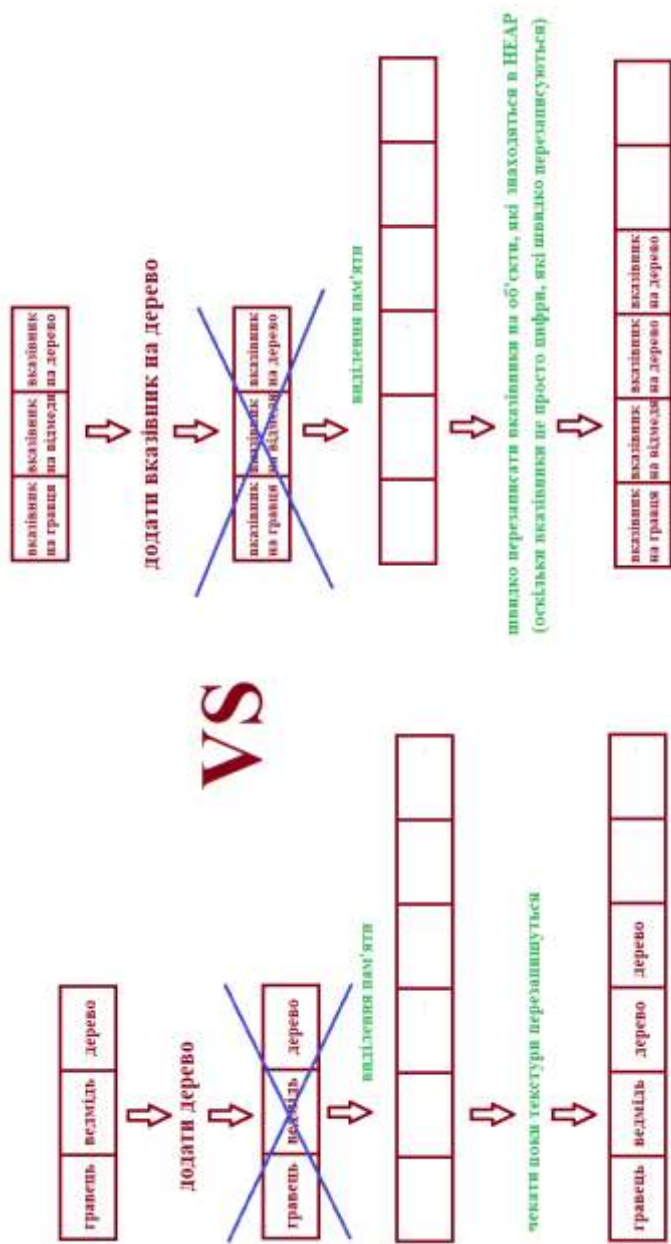


Рис.2. Перевага у швидкості підходу `vector<GameObject*>` над `vector<GameObject>`

Таким чином, використання вектору, який містить вказівники замість вектору, який містить об'єкти, дозволяє ефективніше управляти об'єктами у векторі, забезпечуючи швидкість та ефективне використання пам'яті під час перезапису, додавання, видалення та модифікації об'єктів. Описаний алгоритм може бути застосований з будь-якою графічною бібліотекою (наприклад SDL, SFML, OpenGL та іншими). Однак цей підхід також потребує додаткового керування пам'яттю для об'єктів, на які вказують вказівники, що може призвести до потенційних помилок і проблем з керуванням ресурсами.

УДК 004.9

Стовманенко В. О.,
аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення,
Фаленкова М. В.,
ст. викладачка кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ БАЙТ-КОДУ НА МІКРОКОНТРОЛЕРАХ

Інтерпретація тексту програми безпосередньо дозволяє легко запускати виконання інших ділянок коду застосунку за умови збереження контексту (набору змінних, які доступні для читання та запису в конкретному місці застосунку) не зважаючи на конкретну архітектуру апаратної платформи на якій виконується застосунок на відміну від виконання машинного коду, коли для різних архітектур може бути абсолютно різне представлення. Проте такий підхід зменшує загальну швидкість виконання застосунку. Лексичний та синтаксичний аналіз кожного рядка тексту вимагає додаткового процесорного часу. Першим кроком до оптимізації є використання проміжного представлення. CPython, інтерпретатор мови Python, зберігає проаналізований текст у вигляді абстрактного синтаксичного дерева і під час повторного виконання того чи іншого місця в коді використовує попередньо збережене представлення [1]. Цей підхід працює на пристроях, де є достатньо сховища для збереження цього проміжного представлення, але для вбудованих пристроїв це не завжди буде доступно. Тому можна відразу завантажити текст застосунку у вигляді байт-коду. Це зменшить час запуску системи і зменшиться обсяг пам'яті, який потрібний під інструкції для виконання [2].

Це може створити певні складнощі для запуску аналогічних частини застосунку на різних апаратних платформах, що необхідно для розподіленої інтерпретації, але цю проблему можна вирішити збереженням усіх міток, які можна почати виконувати. Це збільшить розмір збереженого байт-коду, але він не буде більшим ніж розмір початкового тексту, так як буде збережено тільки частину оригінального тексту, а саме назви міток.

Для виконання байт-коду початковий інтерпретатор має бути адаптований, адже замість інтерпретації тексту, тепер буде виконуватися байт-код, що робить цей інтерпретатор віртуальною машиною або середовищем для виконання байт-коду. Частини інтерпретатора, що відповідають за зв'язок з іншими вузлами мережі для розподіленого виконання та вирішують коли доречно робити виклик до віддаленого вузла залишаються без істотних змін. Для тих модулів загального рішення, кардинальним чином нічого не змінюється. Змінюються тільки назви деяких точок входу для виконання і додається логіка пошуку потрібної мітки під час запуску віддаленої процедури, що може бути ізольованим від коду, що обробляє отримання повідомлення від віддаленого вузла (рис. 1).

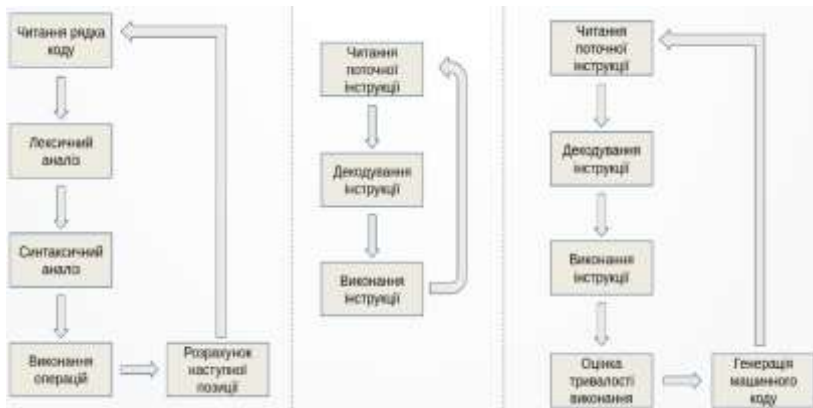


Рис.1. Схема виконання коду для різних моделей виконання (зліва направо: інтерпретація сирцевого коду, інтерпретація байт-коду, інтерпретація байт-коду з підтримкою JIT-компіляції)

Обмежені ресурси вимагаються максимально компактною віртуальною машиною. Тому доречно проєктувати машину, що використовує стек для виконання більшості операцій [3]. Це спростить реалізацію та проєктування набору команд (значно менше побічних

ефектів, які спричиняє кожна команда і завжди визначене місце в пам'яті для параметрів та результатів виконання) (рис. 2).

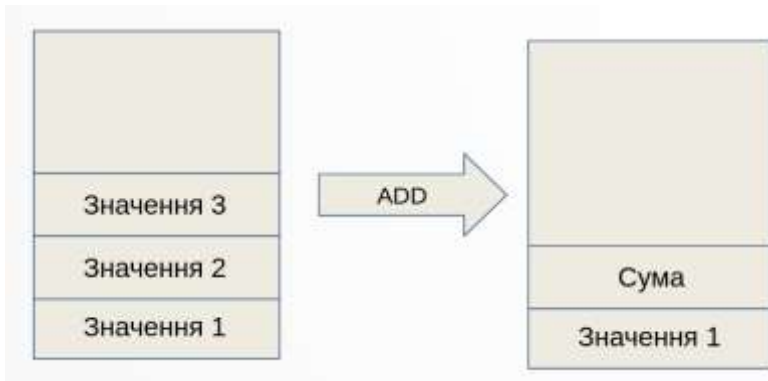


Рис.2. Візуалізація стану стеку стекової віртуальної машини на прикладі інструкції ADD для додавання двох аргументів

Важливим питання є розмір машинного слова для середовища виконання. Платформи з більшим розміром слова та більшою довжиною адресної шини зможуть працювати з віртуальною машиною, яка визначає менший розмір слова, у той час, коли для підтримки більшого слова на платформах із меншим розміром слова, для симуляції більшого розміру слова треба витратити значно більше обмежених ресурсів. Тому розмір слова буде встановлено відповідно до платформи з найменшим розміром (8-біт для AVR мікроконтролерів Arduino). В той же час варто забезпечити можливість звертатися до адрес, які знаходяться за межами адресації для конкретної платформи для нормальної роботи на будь-яких платформах. Швидкодію виконання на середовищі з неоптимальним розміром машинного слова потрібно дослідити окремо.

Для подальшого прискорення можна розглянути JIT (Just In Time) компіляцію, коли під час виконання створюється машинний код для конкретної апаратної платформи замість байт-коду і зберігається в пам'яті та заміняє оригінальний шматок байт-коду (замість виконання інструкцій байт-коду, середовище виконання передає виконання скомпільованому машинному коду), проте такий підхід має ряд недоліків:

1. Не кожен мікроконтролер має достатньо ресурсів для утримання програмного забезпечення, що здатне створювати машинний код для поточної платформи.

2. Це ускладнить виклик віддаленої процедури в автоматичному режимі. Створений машинний код має бути спроектованим таким чином аби під час знаходження інструкцій для можливої передачі контролю, управління поверталось середовищу виконання для аналізу та відправлення даних. Контекст виклику має бути прочитаний із представлення для конкретної платформи і перетворений у спільне представлення (це може позначитися, наприклад, під час виклику з системи, що використовує Big Endian порядок байт до системи, що використовує Little Endian порядок байт), що збільшить час необхідний для здійснення віддаленого виклику.

Тому варіант із інтерпретацією байт-коду виглядає найбільш виграшним у даній ситуації.

Список використаних джерел

1. Опис структури байт-коду інтерпретатора мови Python, CPython. URL: <https://medium.com/@noransaber685/demystifying-python-bytecode-a-guide-to-understanding-and-analyzing-code-execution-6a163cb83bd1> (дата звернення: 01.05.2024).

2. Albert, Elvira & Genaim, Samir & Gómez-Zamalloa, Miguel. (2007). Heap space analysis for java bytecode. International Symposium on Memory Management, ISMM. P. 105-116. DOI :10.1145/1296907.1296922.

3. Fang, Ruijie & Liu, Siqi. (2016). A Performance Survey on Stack-based and Register-based Virtual Machines.

УДК 004.42

Стоєв Є. Д.,

викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Раленко В. С.,

викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ПРОМИСЛОВІ ІОТ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Інтеграція мікросервісної архітектури в промислові *IoT* системи реального часу є одним із найбільш перспективних напрямків у сфері автоматизації та цифровізації виробництва. Цей підхід дозволяє створювати гнучкі, масштабовані та відмовостійкі системи, які можуть

ефективно обробляти великі обсяги даних, що генеруються промисловими пристроями. Однак, інтеграція мікросервісів у такі системи несе в собі ряд викликів, які потребують глибокого розуміння та стратегічного підходу.

Мікросервісна архітектура передбачає розподіл системи на незалежні сервіси, кожен з яких виконує свою вузькоспеціалізовану функцію. Це сприяє легшій модифікації, оновленню та масштабуванню окремих компонентів системи без необхідності зміни всієї інфраструктури. Такий підхід також полегшує процес розробки та тестування, оскільки розробники можуть зосередитися на конкретному сервісі, не впливаючи на роботу інших частин системи.

Промислові *IoT* системи реального часу вимагають високої надійності та швидкості обробки даних. Мікросервіси можуть бути розміщені в хмарній інфраструктурі, що забезпечує необхідну масштабованість та доступність. Контейнеризація та оркестрація сервісів дозволяють автоматизувати процеси розгортання та управління, а також забезпечити безперебійну роботу системи.

Одним із ключових аспектів інтеграції мікросервісів є забезпечення ефективної взаємодії між сервісами. *API*-взаємодія є стандартним рішенням для комунікації між мікросервісами, дозволяючи їм обмінюватися даними та виконувати взаємодії. Гібридні рішення, які поєднують хмарні та локальні ресурси, можуть бути використані для оптимізації продуктивності та зниження витрат.

Для вирішення проблем консенсусу в мікросервісних системах можуть бути застосовані алгоритми, такі як *Raxos*, які допомагають узгоджувати стан системи між різними вузлами. Це особливо важливо для систем, де потрібна висока ступінь узгодженості та надійності.

Інтеграція мікросервісної архітектури в промислові *IoT* системи відкриває нові можливості для підвищення ефективності та гнучкості виробництва. Використання мікросервісів дозволяє швидко адаптуватися до змін у виробничих процесах, оптимізувати роботу обладнання та підвищити якість продукції. Завдяки цьому підходу, підприємства можуть ефективніше конкурувати на ринку, швидко впроваджуючи інновації та вдосконалюючи свої продукти.

Одним із основних викликів є управління складністю розподіленої системи. Промислові *IoT* системи часто включають велику кількість пристроїв та сенсорів, які генерують великі обсяги даних у реальному часі. Це створює вимоги до високої пропускнуєї спроможності, низької затримки та надійності обробки даних.

Іншим важливим аспектом є управління кодом та залежностями між різними мікросервісами. Розподіленість системи може призвести до складнощів зі збереження цілісності коду та управління версіями [1].

Для подолання цих викликів, рекомендується використовувати стратегії, які включають контейнеризацію та оркестрацію сервісів, що дозволяє ефективно масштабувати та управляти мікросервісами. Також важливим є впровадження *API*-взаємодії для забезпечення гладкої інтеграції між різними сервісами та компонентами системи.

Також важливою є розробка чіткої стратегії моніторингу та логування, що дозволяє відстежувати стан системи в реальному часі та швидко реагувати на будь-які проблеми [2].

Кращі практики інтеграції мікросервісної архітектури включають розробку гнучких *API*, використання шаблонів проектування для вирішення типових проблем, та створення мікросервісної шини для ефективної комунікації між сервісами. Це допомагає створити стійку та адаптивну систему, здатну до швидкої реакції на зміни в промисловому середовищі.

Серед кращих практик інтеграції мікросервісів можна виділити:

- Розробка мікросервісів з урахуванням принципів *SOLID* та *DRY*, що сприяє створенню міцної та легко підтримуваної кодової бази.

- Використання *API Gateway* як єдину точку входу для всіх запитів до мікросервісів, що спрощує управління трафіком та забезпечення безпеки.

- Застосування патернів проектування, таких як *Circuit Breaker*, для підвищення стійкості системи до помилок.

Інтеграція мікросервісної архітектури в промислові *IoT* системи реального часу є складним, але водночас перспективним завданням. Використання стратегій та кращих практик може значно полегшити цей процес та забезпечити створення надійних та ефективних систем. Завдяки цим стратегіям та практикам, організації можуть оптимізувати свої промислові *IoT* системи, забезпечуючи високу продуктивність, гнучкість та масштабованість, необхідні для конкурентоспроможності в епоху цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. Мікросервісна архітектура: основні концепції та виклики. Foxminded URL: <https://foxminded.ua/mikroservisna-arkhitektura/> (дата звертання: 20.04.2024)

2. Що таке мікросервісна архітектура: принципи побудови, переваги та сценарії використання. COLORBRIDGEBLOG. URL: <https://blog.colobridge.net/uk/2024/01/what-is-microservices-architecture-ua> (дата звертання: 23.04.2024)

Фісун М. Т.,

д-р. техн. наук, професор
кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Кандиба І. О.,

PhD, ст. викладач
кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

МОВНІ ЗАСОБИ ДЕКОМПОЗИЦІЙ І СИНТЕЗУ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ

Графові моделі широко використовуються в дослідженнях багатьох сфер природних явищ і людської діяльності. При системному підході побудови, аналізу та синтезу моделей складних систем часто використовується методологія SADT (Structured Analysis Design Technique). Вона використовується і в графових моделях, коли на верхніх рівнях будуються укрупненні графи, вершини яких потім деталізуються теж у вигляді графів на наступному нижчому рівні. Така необхідність виникає, зокрема, в системах управління проектами і програмами, де розробляються спочатку укрупненні, а потім – деталізовані мережні графіки (МГ). В таких моделях, крім зв'язків між вершинами, задаються характеристики вершин або ребер в залежності від обраної форми представлення МГ: Precedence Diagramming Method (PDM) чи Critical path method (CPM), визначаються/задаються певні характеристики вершин/ребер. В подальшому тут буде використовуватись PDM-форма представлення МГ, тобто вершини графа відповідають певним видам діяльності (роботам, діям тощо), а орієнтовані стрілки показують послідовність їх виконання. Для МГ верхніх рівнів характеристики вершин (час виконання, трудомісткість, вартість, кількість потрібних ресурсів, тощо) частіше за все визначаються емпіричними шляхами, а більш точно вже можуть бути визначені на самому нижньому рівні ієрархії графів. Тому виникають задачі визначення характеристик вершин верхнього рівня на основі синтезу характеристик вершин нижнього рівня. Після синтезу з'являється можливість виявити розбіжності між характеристиками початкового укрупненого графа та отриманого в результаті агрегації деталізованих фрагментів графа та синтезу їх характеристик. В принципі, спеціалізовані пакети програм типу MAPLE або графові СКБД типу Neo4j дозволяють запрограмувати наведені вище операції,

але за відсутності групових операцій декомпозиції та агрегації вершин, такі перетворення графів потребують багато трудовитрат. Для реалізації названих процедур пропонується розширення проблемно-орієнтованої мови (ПОМ) для роботи з графами [1] за рахунок додавання названих операторів. Ця ПОМ або DSL (Domain Specific Language) має синтаксичні конструкції, подібні конструкціям мови MAPLE, як найбільш розповсюдженого інструменту роботи з графами, та транслюється в мову Cypher СКБД Neo4j [2,3]. Таке гібридне рішення було обумовлено бажанням поєднати полігамність мови MAPLE з можливістю зберігати великі обсяги інформації в базі даних.

Нижче наведено спрощений приклад використання названих операторів ПОМ. На рис.1 наведено мережний графік за формою PDM.

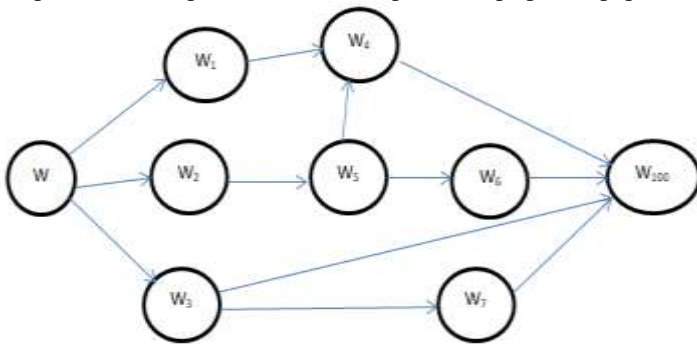


Рис.1. Приклад графа G_1 за топологією PDM

Припустимо, що процес виконання роботи w_4 треба деталізувати шляхом заміни її мережним графіком F_1 (рис.2).

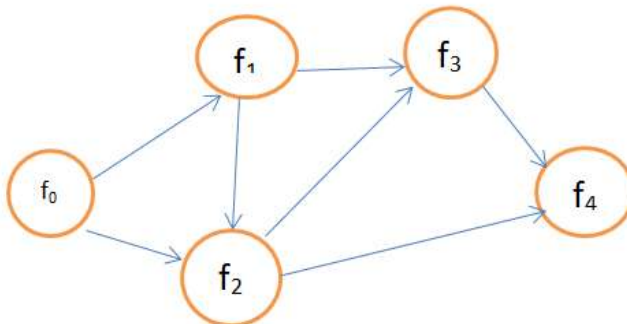


Рис.2. Мережний графік F_1

Приклад. Якщо застосувати декомпозицію вершини w_4 графа G_1 фрагментом $F1$: «**decompose $G_1.w_4$ by $F1$** », то маємо отримати новий граф, що на рис. 3. Граматика мови дозволяє одночасно програмувати декомпозицію низки вершин.

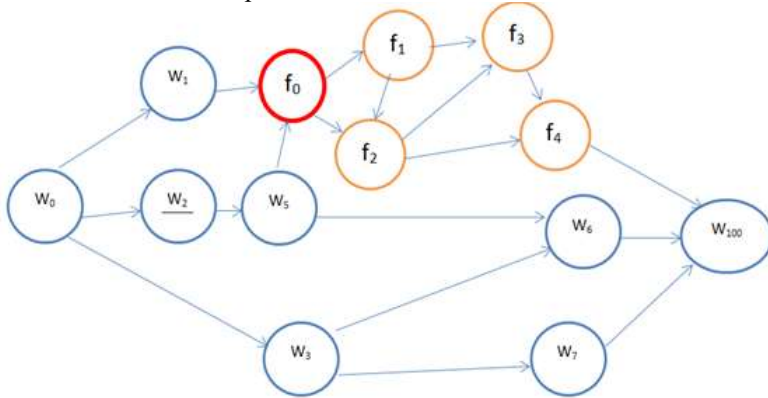


Рис.3. МГ G_1 після декомпозиції роботи w_4

Розглянемо приклад зверненої задачі. Хай вершини графа $F1$ мають такі характеристики: $f1.CP$ – довжина критичного шляху (CP – Critical Path) або термін завершення усіх робіт; $f1.r1$ й $f1.r2$ – кількість ресурсів $r1$ й $r2$, що потрібні для виконання роботи $f1$. Тоді оператор агрегації фрагменту $F1$ у вершину w_4 графа G_1 (рис. 3) можна представити таким чином:

Compose $F1$ as $G_1.w_4$ set $w_4.t=F1.CP$, $w_4.r1=SUM(F1.r1)$, $w_4.r2=SUM(F1.r2)$;

Список використаних джерел:

1. Кандиба І. О., Фісун М. Т., Горбань Г. В., Антіпова К.О Генерация сценаріїв вступної кампанії закладу вищої освіти на основі когнітивної карти та предметно-орієнтованої мови програмування. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 3, Випуск 32. С. 96-104.
2. Robinson I., Webber J., Eifrem E. Graph Databases. New opportunities for connected data. O'Reilly Media, 2015. 238 p.
3. Fisun M., Kandyba I., Borovlyova S. et al. Development of software platforms for scenario generation using DSL and Neo4j graph database. 2021.

Фісун М. Т.,
д-р техн. наук, професор,
професор кафедри інженерії програмного забезпечення,
Ковальчук М. В.,
здобувач третього рівня вищої освіти (Ph),
зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОГНОЗУВАННІ ПОПИТУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ У ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГАХ

Транспортна задача є актуальною, оскільки забезпечує оптимізацію логістичних процесів, зокрема розподілу ресурсів і перевезення товарів. У контексті імітаційного моделювання для прогнозування попиту та оптимізації запасів у логістичних ланцюгах, транспортна задача стає ключовим інструментом. Імітаційне моделювання дозволяє враховувати багато факторів, таких як зміна попиту, стан транспортної мережі та інші, для прийняття оптимальних рішень щодо перевезення та розподілу товарів. Таким чином, транспортна задача знаходить практичне застосування в управлінні логістичними ланцюгами, де оптимізація ресурсного розподілу та забезпечення ефективного перевезення є ключовими завданнями.

Математична постановка транспортної задачі передбачає знаходження оптимального розподілу ресурсів для заданого набору пунктів відправлення і призначення [1]. У цій задачі визначається кількість товару, яку слід перевезти з кожного пункту відправлення до кожного призначення, з метою мінімізації загальних витрат на перевезення. Обмеження задачі включають умови балансу між запасами та потребами у різних пунктах, а також умову невід'ємності кількості перевезених товарів. Задача стає збалансованою, коли сума запасів усіх пунктів відправлення дорівнює сумі потреб усіх пунктів призначення (1). Такий баланс дозволяє знайти оптимальне рішення, яке мінімізує витрати на перевезення і задовольняє всі обмеження. Транспортна задача може бути розв'язана за допомогою різних методів, включаючи методи лінійного програмування та імітаційне моделювання.

Формула для загальних витрат на перевезення:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

На практиці розв'язання транспортної задачі включає кілька кроків. По-перше, необхідно визначити опорний план, що представляє собою початкове припустиме рішення задачі. Далі, проводиться аналіз опорного плану для визначення його оптимальності. Якщо опорний

план є оптимальним, тоді задача вирішена. В іншому випадку, потрібно перейти до наступного кроку, який може включати зміну опорного плану з метою зменшення витрат або вдосконалення його структури.

Для вирішення транспортної задачі, де m – кількість пунктів відправлення, n – кількість пунктів призначення, застосовуються методи лінійного програмування [2]. У такій задачі цільова функція $z(x_{ij})$, що відповідає сумарним витратам на перевезення, мінімізується. Обмеження на кількість перевезень, які визначаються обсягами запасів та потреб у кожному пункті, включають умови балансу та невід’ємності.

Задача зводиться до мінімізації цільової функції $z(x_{ij})$ за умов обмежень:

$$\text{Min } z(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij}$$

За умови:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

де a_i – запаси у пункті відправлення i , b_j – потреби у пункті призначення j , C_{ij} – вартість перевезення одиниці товару з пункту i до пункту j , x_{ij} – кількість товару, що перевозиться з пункту i до пункту j .

Імітаційне моделювання у контексті логістичних ланцюгів є потужним інструментом, дозволяючи ефективно враховувати різноманітні фактори для прийняття оптимальних рішень щодо перевезення та розподілу товарів. Математична постановка транспортної задачі визначає процес знаходження оптимального розподілу ресурсів між пунктами відправлення та призначення, спираючись на умови балансу та невід’ємності. Використання імітаційного моделювання є ефективним підходом для прогнозування попиту та оптимізації запасів, сприяючи зменшенню витрат на перевезення та підтримці успішного управління логістичними процесами.

Список використаних джерел

1. Імітаційне моделювання процесів логістичного забезпечення на основі транспортної задачі / D. Kotov та ін. Journal of scientific papers «social development and security». 2024. Т. 14, № 1. С. 218-228. URL: <https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.1.18> (дата звернення: 02.04.2024).

2. Способи моделювання системи управління товарними запасами. Електронний журнал «Ефективна економіка». 2015. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1∓z=4299> (дата звернення: 02.04.2024).

МЕТОД ГРУПОВИХ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сучасні тенденції в розвитку інформаційних технологій, високі вимоги до ефективності та надійності функціонування технічних засобів та програмного забезпечення сприяють швидкому зростанню структурної складності та розмірів сучасних програм та програмних комплексів. У зв'язку з цим все більш актуальною стає проблема аналізу якості, надійності функціонування та ефективності розроблених та експлуатованих програмних продуктів (ПП), а також розробка методів, що забезпечують можливість об'єктивно оцінити та виміряти характеристики якості ПП на основі певних кількісних та якісних показників [2].

В даний час поряд з традиційними (розрахунковими) методами оцінювання метричних показників якості ПП активно використовуються методи експертного оцінювання [1, 3]. Це пов'язано, перш за все, з труднощами у формалізації мір якості (логічна, структурна, психологічна складність програм, відповідність програмного забезпечення вимогам з ергономіки та технічної естетики, узагальнені характеристики якості програм за сукупністю критеріїв), неоднозначністю критеріїв, що оцінюються, нечітким визначенням різних властивостей програм та ін.

Реалізація експертного методу пов'язана з вирішенням задач безпосереднього оцінювання показників якості та аналізом отриманих експертних оцінок (ЕО). В процесі експертного оцінювання якості ПП експертом призначаються кількісні вагові показники аналізованим елементам та метрикам, за результатами оцінювання яких формується узагальнений (інтегральний) показник якості ПП. Оцінювання показників якості ПП здійснюється зазвичай групами фахівців (експертів).

На даний час сформувалась значна кількість методів отримання та аналізу ЕО, проте науково обгрунтованої класифікації та однозначних рекомендацій щодо їх застосування не існує. Ця обставина передусім пов'язана з різноплановістю шкал експертних переваг і значною кількістю різних форм подання ЕО (найменування, числа, ранжирування, інтервали, парні порівняння та ін.), що й спричинило появу різноманітних методів їх

аналізу. Другим чинником, який слід враховувати під час вибору методів аналізу ЕО, є обмеженість числа експертів n ($n \leq 30$), таким чином вибірка їх оцінок є достатньо малою, що робить практично неможливою перевірку, наприклад, на їх відповідність нормальному закону розподілу навіть з використанням такого потужного непараметричного критерію згоди, як критерій Шапіро-Уїлка [4].

Основним математичним апаратом, який використовується при аналізі ЕО, є математико-статистичні методи, зокрема середні значення. Оцінки типу «середнє» можуть бути представлені середнім арифметичним, медіаною, модою, середнім геометричним, середнім квадратичним та ін. Отримання узагальненої оцінки на основі середніх значень буде обґрунтовано лише за умови досить високої узгодженості (близькості) ЕО.

В роботі запропоновано методика збору та агрегування ЕО характеристик якості ПП для отримання інтегральної оцінки якості ПП в цілому, або окремого його компонента (програмного модуля). Кількісна оцінка аналізованого показника якості ПП, що отримана на основі експертного опитування, розраховується як середньозважена сума відповідних чисельних оцінок експертів, нормованих у N -бальній шкалі, з урахуванням їхньої компетентності. Попередньо аналізована сукупність ЕО проходить перевірку на узгодженість (оцінки експертів, що порушують однорідність, виключаються з подальшого аналізу). Для пошуку аномальних оцінок використано комплексний підхід, в основу якого покладено методи робастної статистики та критерій пошуку аномальних спостережень, наприклад, критерій Смірнова(Граббса).

У роботі виконано формалізацію задачі оцінювання якості ПП, виділено критерії для оцінювання властивостей програм та фактори, що впливають на якість, надійність та ефективність ПП. Запропонований в роботі підхід оцінювання показників якості ПП на основі ЕО дозволяє розбивати аналізовану сукупність ЕО на однорідну складову та виявляти сукупність аномальних оцінок, при припущенні, що їх частка в загальній сукупності даних невідома. На основі отриманої однорідної сукупності ЕО дозволяє синтезувати групове рішення щодо значення аналізованого показника якості ПП з урахуванням компетентності експертів.

Список використаних джерел

1. Hrytsiuk Yu. Reflection of expert-based evaluation of software quality / Yu. Hrytsiuk, O. Ferneza // Scientific Bulletin of UNFU. – 2019. – Vol. 29. – P. 152–158. Doi: 10.36930/40290828.
2. ISO/IEC 9126–1:2001. Software engineering – Product quality – Part

1: Quality model [Text]. – Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. – 2001.

3. Rosqvist T. Software Quality Evaluation Based on Expert Judgement / T. Rosqvist., M. Koskela, H. Harju // Software Quality Journal. – 2003. – Vol. 11. – P. 39–55. Doi: 10.1023/A:1023741528816

4. Shapiro S. S. An analysis of variance test for normality (complete samples) / S. S. Shapiro, M. B. Wilk // Biometrika. – 1965. – Vol. 52. – P. 591– 611.

УДК 004.89:004.4:551.509.331

Алексейко В. О.,

магістрант,

Хмельницький національний університет,

м. Хмельницький, Україна

Павлова О. О.,

доктор філософії, доцент кафедри

комп'ютерної інженерії та інформаційних систем,

Хмельницький національний університет,

м. Хмельницький, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ВІДПОВІДНО ДО КЛІМАТИЧНОГО РАЙОНУВАННЯ

Питання прогнозування погоди цікавило людство з давніх часів. Такий інтерес зумовлений низкою факторів, від яких залежить якість життя цілих громад, зокрема, необхідністю вирощувати зернові культури, готувати свої поселення до холодної чи вологої пори року тощо. Зміна погодних умов часто ставала причиною голоду, епідемій, посух чи повеней.

Прогнозування зміни клімату значною мірою може допомогти знизити ризики та нівелювати негативні наслідки.

Однією з визначальних величин у дослідженні кліматичних змін є температура земної поверхні. Це значення відрізняється від температури повітря, оскільки земля нагрівається і охолоджується швидше, ніж повітря [1]. Дослідження залежностей зміни температури суші допомагає у створенні точних кліматичних моделей, які мають вирішальне значення для прогнозування майбутніх кліматичних сценаріїв, оцінки наслідків зміни клімату та розробки стратегій адаптації та пом'якшення наслідків.

Сучасні технології дозволяють з високою точністю прогнозувати різні показники, зокрема такі кліматичні параметри, як температура повітря та земної поверхні, вологість, рівень Світового океану тощо.

Сьогодні існує декілька способів прогнозування кліматичних величин, проте одним з найбільш ефективних та найменш енергозатратних методів є побудова передбачення на основі історичних

даних з використанням технологій штучного інтелекту та машинного навчання, що зводиться до задачі визначення продовження числового ряду.

Побудова прогностичних моделей на основі машинного навчання має ряд переваг перед традиційними методами прогнозування числових величин, оскільки вони набагато краще адаптуються до залежностей та здатні опрацьовувати значні масиви даних.

Проблемою сучасних моделей є здатність створення точних прогнозів лише для певних територій, наприклад великих міст, чи невеликих регіонів. Такі моделі погано адаптуються до інших закономірностей та не є універсальними, оскільки не можуть бути застосовані для територій з відмінними кліматичними особливостями. Низькі результати точності прогнозу моделей під час їх тестування на різних територіях зумовлені поганою адаптацією використаних методів до інших закономірностей. Тому прогнозувати температуру для різних кліматичних зон доцільно різними методами індивідуально для кожної кліматичної зони.

Через нахил земної осі планета освітлюється і нагрівається нерівномірно. На різні широти, від екватора до полюсів, припадає різна кількість тепла. Території Землі, що відрізняються за температурою і вологістю, кількістю і періодичністю опадів, можна поділити на умовні зони, які називаються кліматичними.

Кліматичні пояси – це території з чітко вираженим кліматом. Поділ на зони відбувається, залежно від погодних умов, широти або притаманної флори чи фауни [2]. Хоча існує багато систем класифікації клімату, які визначають зони на основі різних кліматичних факторів або їх комбінації, доцільно використовувати систему класифікації клімату Кеппена, оскільки це одна з найпоширеніших систем класифікації клімату у світі [3].

Згідно з даною класифікацією існує п'ять основних кліматичних зон:

- тропічний або екваторіальний пояс (зона А);
- посушлива або суха зона (зона В);
- теплий або м'який помірний пояс (зона С);
- континентальна зона (зона D);
- полярна зона (зона Е).

Для визначення особливостей залежності температури було проведено дослідження набору даних `Globallandtemperature` [4] засобами мови програмування `python`. Датасет містить середньомісячні температури країн з 1743 р. по 2013 р. Для наочності побудовано графіки за допомогою бібліотеки `matplotlib`.

Побудовані графіки (рис. 1) демонструють зміни температури з 2000 р. по 2013 р. у Нігерії, Гані, Гаяні (зона А), Республіці Казахстан (зона Б), Нідерландах та Чехії (зона С).

Приналежність країни до кліматичного поясу визначалась згідно із Всесвітніми кліматичними даними (World Climate Data) [5].

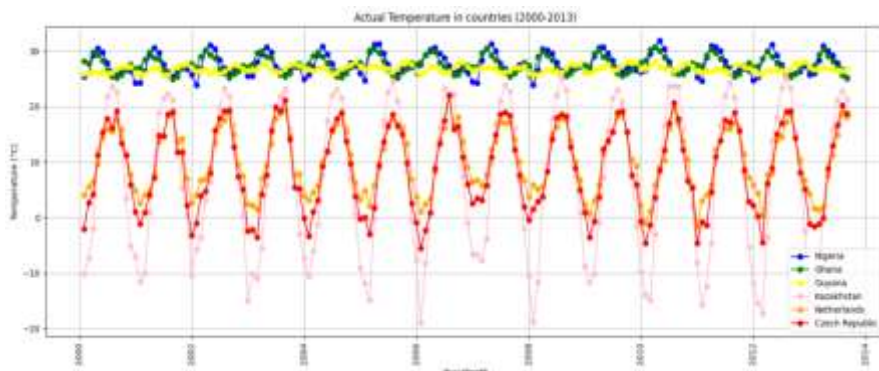


Рис.1. Порівняння температурних режимів відповідно до кліматичного районування

Незважаючи на те, що температурний графік кожної країни унікальний, спостерігається схожість у залежностях зміни температури відповідно до пори року. Також відзначається значна різниця в амплітуді графіків температур для країн, розташованих у різних кліматичних зонах. У той же час, така відмінність є незначною для країн, що знаходяться в одному кліматичному поясі. Таким чином, отримані результати підтверджують правильність розподілу країн за кліматичними зонами. Враховуючи отримані результати, доцільно при подальших дослідженнях зосередитись на розробці методів прогнозування температури з урахуванням особливостей кліматичного районування.

Список використаних джерел

1. NASA Earth Observatory. Vegetation & land surface temperature. URL: https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD_NDVI_M/MOD_LSTD_M (Last accessed: 22.04.2024)
2. Climate zones. Met Office. 2022. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate/climate-explained/climate-zones> (Last accessed: 21.04.2024)
3. Köppen Climate Classification System. URL:

<https://education.nationalgeographic.org/resource/koppen-climate-classification-system/> (Last accessed: 22.04.2024)

4. Kaggle. Globallandtemperature. 2018. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/sambapython/globallandtemperature> (Last accessed: 20.04.2024)

5. List of countries by climate zone and average yearly temperatures. URL: https://weatherandclimate.com/countries#google_vignette (Last accessed: 22.04.2024)

УДК 004.75:629.1.05

Баландін Я. В.,
студент 4-го курсу,
Журавська І. М.,
д-р техн. наук, професор,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ДТП ШЛЯХОМ ВИЯВЛЕННЯ ЗАСИНАННЯ ВОДІЯ

Проблема засинання водія під час водіння є актуальною і важливою з точки зору безпеки на дорозі та запобігання аваріям. Засинання водія є серйозним фактором ризику на дорозі, оскільки воно призводить до втрати контролю над автомобілем та знижує реакційний час водія на небезпечні ситуації на дорозі. Це може призвести до зіткнень з іншими транспортними засобами, наїздів на пішоходів чи об'єкти на дорозі, з'їздів з дороги та інших аварійних ситуацій.

Пропонується система попередження дорожньо-транспортних пригод (ДТП) шляхом виявлення засинання водія. Малогабаритний пристрій розміщується на прозорих окулярах, складається з мікроконтролера Arduino Nano, зумера (buzzer) з напругою 5V, вібромоторчика Arduino також з напругою 5V, IR-сенсора, батарейки типу «Крона» (6F22) та перемикача (Switch button). Робота системи полягає у виявленні засинання водія шляхом моніторингу рухів очей і наданні попередження за допомогою звукового сигналу та вібрації.

Після включення перемикача IR-сенсор починає відправляти інфрачервоні промені за допомогою IR LED. Коли ці промені відбиваються від перешкоди (у цьому випадку – від закритого ока), IR-Receiver приймає сигнал. Отриманий сигнал передається на

мікроконтролер Arduino Nano, який активує зумер та вібромоторчик для негайного привертання уваги водія [1].

Ця система дозволяє вчасно виявляти засинання водія та надавати йому попередження за допомогою звукового сигналу та вібрації, що сприяє підвищенню безпеки на дорозі.

У випадку, коли очі водія відкриті, інфрачервоне випромінювання не викликає реакції IR-Receiver, оскільки воно поглинається очима. Це забезпечує безпеку використання системи, оскільки інфрачервоне випромінювання зазвичай не має достатньої енергії для того, щоб викликати будь-які пошкодження очей. Таким чином, система буде реагувати лише в разі закриття очей на тривалий період (за замовчуванням 2 секунди), що дозволяє водію вчасно реагувати на сигнали попередження без будь-яких негативних наслідків для його здоров'я (рис. 1).



Рис.1. Компоненти проєктної роботи

Для покращення видимості через окуляри та забезпечення зручності в користуванні, IR LED та IR-Receiver були припаяні на провідники. Після цього контакти провідників були припаяні до модулю IR-сенсора, що дозволило встановити сам модуль на оправу окулярів. Це значно поліпшує видимість через окуляри та робить їх користування більш зручним (рис. 2).



Рис.2. Покращення IR-сенсору

Після цього було встановлено та завантажено налаштування на Arduino, а всі компоненти були прикріплені до окулярів. Після цього була проведена перевірка їх роботи, щоб переконатися, що система працює належним чином (рис. 3–4).



Рис.3. Встановлення компонентів на окуляри

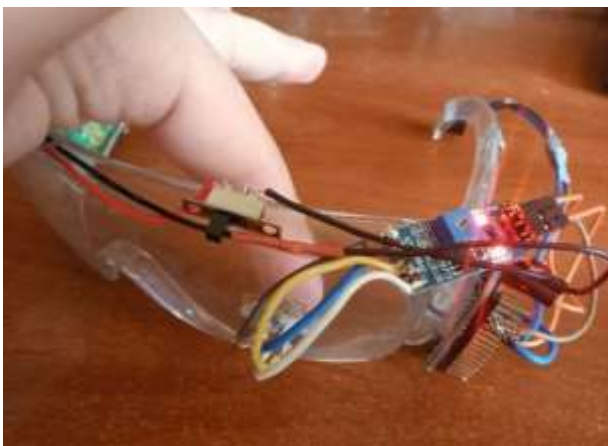


Рис.4. Перевірка роботи

По горінню обох діодів на IR-сенсорі можна зробити висновок, що пристрій працює коректно. Це свідчить про те, що обидва канали передачі даних активні, що, в свою чергу, означає належне функціонування пристрою.

Подальшим розвитком запропонованого рішення слід вважати підвищення швидкості реакції системи на засинання водія та покращення естетики й дизайну компонентів системи.

Список використаних джерел

1. ARDUINONANO Datasheet (PDF) – List of unclassified manufacturers. URL:

<https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/1424859/ETC/ARDUINONANO/66/1/ARDUINONANO.html> (Last accessed: 28.04.2024).

2. Wörle J., Metz B., Thiele C., Weller G. Physiological indicators for detecting a driver falling asleep during highly automated driving. *Driver Distraction and Inattention* : Proc. of the Conf., Oct. 2018, Gothenburg, Sweden.. URL:

https://www.researchgate.net/publication/328359189_Physiological_indicators_for_detecting_a_driver_falling_asleep_during_highly_automated_driving (Last accessed: 28.04.2024).

3. Основи мікроелектроніки з Arduino. URL:

<https://www.slideshare.net/ssuser74332f/arduino-76923628> (дата звернення: 28.04.2024).

УДК 004.75

Басов Д. Є.,

магістрант кафедри комп'ютерної інженерії,

Пузирьов С. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ НА БАЗІ LORAWAN

Останні декілька років характеризуються все зростаючим інтересом до безпілотних апаратів (дронів). Їх використання вже революціонізувало сферу національної безпеки. Незабаром постане питання їх активного цивільного використання, що робить актуальним попереднє узагальнення зроблених напрацювань та подальше

удосконалення технологій та способів використання дронів.

Одним зі способів покращення ефективності безпілотних апаратів є їх об'єднання у так звані «рої». Рій безпілотних апаратів являє собою систему обміну інформацією між всіма дронами, яка дозволяє координувати їх роботу без прямого втручання людини. Рої дронів поділяються на централізовані та децентралізовані. Централізовані рої дронів використовують таку систему керування, де один дрон чи зовнішній комп'ютер відповідальний за координацію та планування дій. У випадку децентралізованого рою дронів кожна одиниця зв'язується з іншою та приймає рішення самостійно [1]. Запропонована розподілена система детектування рухомих об'єктів та обміну інформацією може бути використана для керування децентралізованим роєм дронів.

Іншим технологічним напрямком, що зараз стрімко розвивається, є штучний інтелект. Переваги «розумних» технологій, здатних навчатися за допомогою алгоритмів машинного навчання, сприяють їх широкій інтеграції у все нові сфери людського життя.

Штучний інтелект має значний вплив на галузь розробки безпілотних апаратів. Найчастіше штучний інтелект використовується для вирішення наступних задач: детектування та відслідковування об'єктів, автономна навігація, планування шляху, координація дронів у рою, аналіз відео та зображень, кібербезпека.

Детектування об'єктів – одна з найголовніших задач сфери комп'ютерного зору (англ. *computer vision*), для вирішення якої застосовуються штучні нейронні мережі. Для детектування об'єктів що найчастіше використовуються наступні архітектури штучних нейронних мереж: згортова нейронна мережа (англ. *convolutional neural network, CNN*), рекурентна нейронна мережа (англ. *recurrent neural networks, RNN*), трансформер та їх гібриди [2]. Нейронна мережа для детектування об'єктів приймає на вхід відеопотік та видає на виході положення знайденого об'єкта. У запропонованій розподіленій системі детектування рухомих об'єктів та обміну інформацією як архітектура штучної нейронної мережі використовується гібрид згорткової нейронної мережі та трансформера.

Обробка відеоінформації нейронною мережею здійснюється локально, тобто апаратними засобами самого безпілотного апарату. Для забезпечення достатньої кількості апаратних ресурсів на запис, збереження та обробку відео нейронною мережею використовується одноплатний комп'ютер NVIDIA Jetson Nano.

Інформація про детектований об'єкт передається іншим дронам у системі. Для комунікації між дронами використовується технологія LoRaWAN (від англ. *Long Range Wide Area Network*).

LoRaWAN – це технологія радіочастотної модуляції для малопотужних (англ. *low-power*) глобальних мереж (LPWAN), що була розроблена компанією Semtech. LoRaWAN забезпечує зв'язок на великі відстані: до п'яти кілометрів у містах і до 15 кілометрів або більше в сільській місцевості (в межах прямої видимості) [3].

Вибір технології LoRaWAN для вирішення проблем обміну інформацією зумовлений її перевагами над іншими технологіями бездротового зв'язку (рис. 1). Значна дії сигналу дозволяє координацію та комунікацію безпілотних апаратів на дуже великих відстанях. Низьке енергоспоживання збільшує тривалість польотів. А висока стійкість до завад, забезпечена технологією Chirp Spread Spectrum (CSS) [3] дозволяє безпілотним апаратам протидіяти сильному рівню шуму, створеному навмисно чи ні.

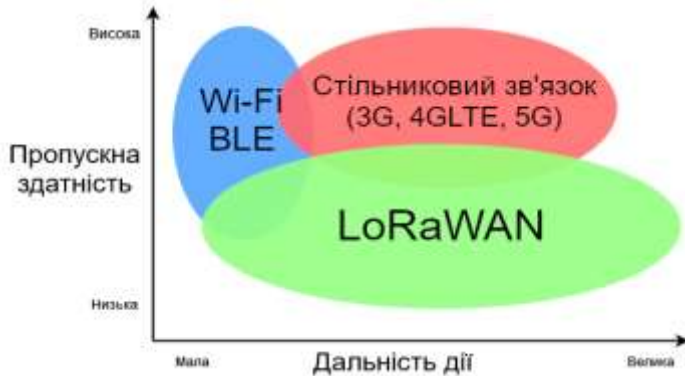


Рис.1. Порівняння LoRaWAN з іншими технологіями бездротового зв'язку

У цілому запропонована розподілена система детектування рухомих об'єктів та обміну інформацією складається з нейронної мережі для детектування об'єктів та підсистеми комунікації. Головними елементами апаратної частини є відеокамера для збирання інформації, одноплатний комп'ютер NVIDIA Jetson Nano для виконання розрахунків та збереження даних, та модуль зв'язку LoRaWAN для передачі даних.

Список використаних джерел

1. Chen R., Li J., Peng T. Decentralized UAV Swarm Scheduling with Constrained Task Exploration Balance. *Drones*. 2023; 7(4):267. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones7040267>
2. Telli K., Kraa O., Himeur Y., Ouamane A., Boumehraz M., Atalla

S., Mansoor W. A Comprehensive Review of Recent Research Trends on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *Systems* 2023, 11, 400. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11080400>

3. LoRa® and LoRaWAN®: A Technical Overview – Semtech LoRa. URL: https://loradevelopers.semtech.com/uploads/documents/files/LoRa_and_LoRaWAN-A_Tech_Overview-Downloadable.pdf (Last accessed: 30.04.2024).

УДК 004.67

Буряк М. Р.,
аспірант кафедри програмного забезпечення
комп'ютерних систем,
Чернівецький національний університет
ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ В KUBERNETES КЛАСТЕРІ

Технологія Kubernetes надає можливість гнучко управляти життєвим циклом контейнеризованих застосунків і виділяти необхідну кількість ресурсів для їх функціонування. Це можливо завдяки функціоналу, який реалізується в Kubernetes resources requests/limits, affinity/anti-affinity та labels, що дозволяє формувати запити і обмежувати необхідні ресурси. Компонент Kubernetes autoscaler забезпечує формування запиту до провайдера хмарних обчислень на виділення необхідної кількості вузлів з запланованою кількістю ресурсів, а Kubernetes scheduler є планувальником для розміщення застосунків на нових вузлах (рис. 1).

Разом із перевагами щодо динамічного виділення ресурсів, Kubernetes має недолік – неоптимізовані контейнеризовані застосунки можуть споживати більше ресурсів ніж необхідно, що призводить до деградації роботи застосунку, а також незапланованих витрат на інфраструктуру.

Для вирішення проблеми оптимізації ресурсів в Kubernetes дослідники найчастіше використовують наступні методи:

- прогнозування використання ресурсів;
- користувацькі планувальники Kubernetes із застосуванням різних алгоритмів планування;
- масштабування контейнеризованих застосунків.

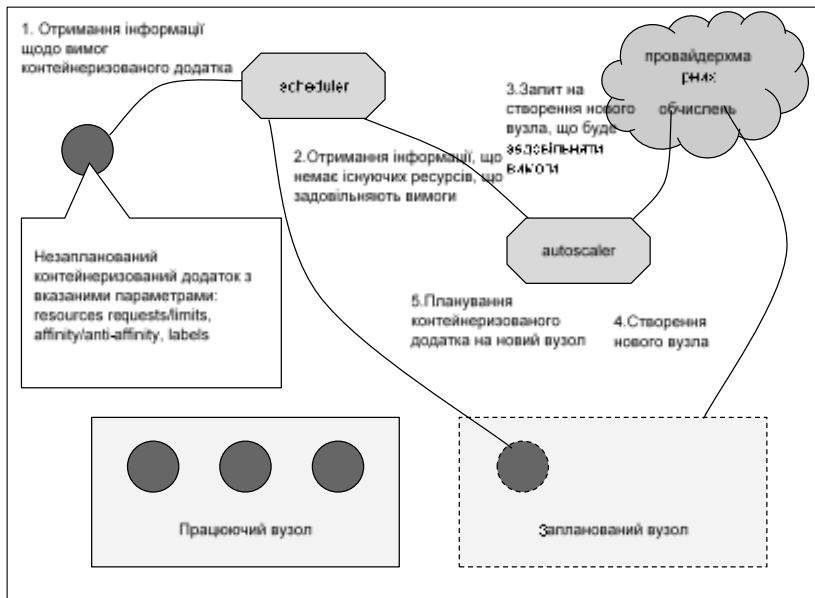


Рис.1. Схематичне зображення динамічного виділення ресурсів для контейнеризованого застосунку

Методи прогнозування використання ресурсів розглядались в багатьох роботах. Зокрема, в [1] автори пропонують підхід, який базується на аналізі застосування ресурсів контейнеризованими застосунками в різних умовах з допомогою Real-Time ABS (Abstract Behavioral Specification). Це дозволяє отримати нові аналітичні дані для оцінки якості використання ресурсів. Даний підхід є дієвим для вузлів і застосунків з малим обчислювальним навантаженням. Інші дослідження також мають свої обмеження, здебільшого це специфічність використання, необхідність запуску додаткових компонентів, що викликає додаткові витрати.

Користувачські планувальники Kubernetes із застосуванням різних алгоритмів планування один з найпоширеніших методів оптимізації використання ресурсів за останні роки. Найбільш поширеними є алгоритми, що базуються на мережевому трафіку застосунків [2], моделях машинного навчання [3] та інші. Тут використовують більш прості, але специфічні алгоритми планування. Згідно з результатами аналізу публікацій можна сказати, що якість оптимізації залежить від особливостей роботи застосунків і алгоритму планування та параметрів,

що в ньому враховуються.

Методи масштабування контейнеризованих застосунків передбачають збільшення або зменшення виділених ресурсів в залежності від навантаження на контейнеризовані застосунки. Найчастіше цей метод застосовується разом з іншими методами, наприклад, з прогнозуванням використання ресурсів на основі згорткових нейронних мереж [4]. Необхідність додаткових елементів для якісного функціонування масштабування обумовлено випадками, коли робота застосунків не є оптимізована або можливе непрогнозоване навантаження на них і масштабування буде спричиняти додаткові витрати.

Результати порівняльного аналізу (табл. 1), дозволяють виділити чотири важливі характеристики, які можуть бути критеріями оцінки якості описаних методів:

- універсальність – можливість застосувати метод в будь яких умовах роботи застосунків;
- відсутність додаткового компоненту; його наявність потребує додаткових витрат на ресурси;
- глибина налаштування; потреба глибокого налаштування вказує на необхідність застосування додаткової експертизи в конкретному методі;
- наявність аналітичних інструментів – можливість самостійно проаналізувати оптимальність використання ресурсів для подальшого покращення методу.

Таблиця 1

Порівняння існуючих методів оптимізації використання ресурсів

Метод	Універсальність	Відсутність додаткового компоненту	Не потребує глибокого налаштування	Наявність аналітичних інструментів
Прогнозування використання ресурсів	–	–	+	+/-
Користувацькі планувальники	–	–	+	–
Масштабування	+/-	+/-	+	–

+/- - залежить від реалізації

Отже, на даний момент не існує єдиного методу, який задовольняє всі виділені характеристики, проте комбінація методів або компонент з окремих методів може дозволити збільшити наявність позитивних критично важливих характеристик в кінцевому варіанті рекомендованого методу і/чи засобу, а популярність використання технології Kubernetes доводить актуальність проведення глибоких досліджень в цьому напрямку.

Список використаних джерел

1. Predicting resource consumption of Kubernetes container systems using resource models / G. Turin et al. *Journal of Systems and Software*. 2023. P. 111750. DOI: 10.1016/j.jss.2023.111750.
2. Wang X., Zhao K., Qin B. Optimization of task-scheduling strategy in edge Kubernetes clusters based on deep reinforcement learning. *Mathematics*. 2023. Vol. 11, no. 20. P. 4269. DOI: 10.3390/math11204269.
3. ModSoft-HP: Fuzzy Microservices Placement in Kubernetes / E. G. M. Petrakis et al. *Electronics*. 2023. Vol. 13, no. 1. P. 65. DOI: 10.3390/electronics13010065.
4. Chouliaras S., Sotiriadis S. Auto-scaling containerized cloud applications: A workload-driven approach. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2022. P. 102654. DOI: 10.1016/j.simpat.2022.102654.

УДК 004.735

Варанкін Д. В.,
магістрант кафедри комп'ютерної інженерії,
Обухова К. О.,
ст. викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДАЛЬНЬОГО РАДІУСУ НА ОСНОВІ LORAWAN ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДАТЧИКІВ

На сьогоднішній день лише 53% земного шару мають доступ до мережі інтернет, а отже залишається відкритим питання збору даних на великій території, котра ще не охоплена інтернетом. Тому виникає завдання передачі даних на відстані, що обчислюються кілометрами, без використання Wi-Fi та мережі Ethernet.

Для вирішення даної проблеми можна використовувати радіозв'язок за технологією LoRa (Long Range). Залежно від вихідної потужності

передавача, типу антени, робочої частоти, наявності прямої видимості чи перешкод для проходження радіохвиль (будинки, ліс, перешкоди із боку інших джерел радіовипромінювання та ін.) дальність може становити від сотень метрів до десятків кілометрів. Схема роботи мережі наведена на рис 1.

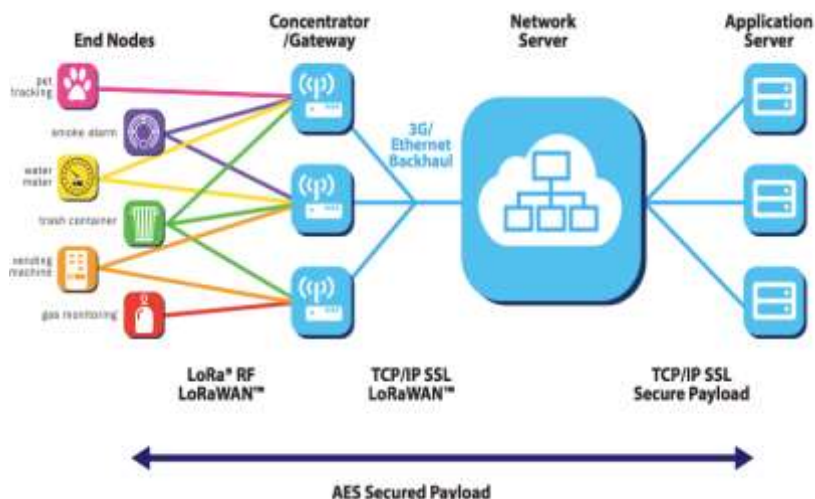


Рис.1. Схема роботи мережі LoRaWAN

Як і будь-яка інша технологія, LoRa має свої плюси та мінуси, що визначають можливість використання для конкретного завдання.

До сильних сторін технології LoRa відносяться:

- 1) висока дальність передачі, порівняно з іншими бездротовими технологіями;
- 2) висока проникаюча здатність у міській забудові;
- 3) швидкість та простота розгортання мережі. Топологія «зірка» дозволяє швидко покривати великий радіус однією базовою станцією (шлюзом), не використовуючи додаткового обладнання;
- 4) тривалий термін служби акумулятора. Залежно від класу пристрою і заданих параметрів виходу в мережу LoRaWAN, термін служби елемента живлення може досягати 10 років;
- 5) простота масштабування;
- 6) невисока вартість базових станцій та кінцевих пристроїв порівняно зі слабострумними системами.

Як у будь-якої іншої системи, у LoRaWAN є й недоліки:

- 1) затримка передачі даних від кінцевих пристроїв до програми: від кількох секунд до кількох десятків секунд;

2) невисока пропускна здатність: від кількох сотень біт/с за кілька десятків кбіт/с.

На жаль, швидкість передачі даних LoRa невелика, близько 2,4–19,2 кбіт/с. Однак, цього достатньо, наприклад, для телеметрійних систем і віддаленого контролю, систем розумного будинку або інших подібних систем.

Список використаних джерел

1. LoRaWAN® transforms businesses by connecting wireless IoT sensors simply and affordably. URL: <https://loro-alliance.org> (Last accessed: 30.04.2024).

2. Технологія LoRaWAN. URL: <https://romsat.ua/news/company/lorawan-technology/> (Last accessed: 30.04.2024).

3. Яка дальність передачі даних у мережі LoRaWAN в міських умовах URL: <https://www.atiko.com.ua/articles-ua/yaka-dalnist-peredachi-danyh-u-merezhi-lorawan-v-miskyh-umovah/> (дата звернення: 30.04.2024).

УДК 004.67

Гончаров Д. С.,
аспірант, викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЕМПІРИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ДАТЧИКА ПУЛЬСУ ШЛЯХОМ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Захворювання є невід'ємною частиною життя людини. З кожним роком зростає кількість людей, котрі прагнуть слідкувати за станом здоров'я не тільки під час тренувань або хвороби, а і в повсякденному житті. Одним із найпоширеніших показників, які відслідковують люди, є серцевий ритм.

За допомогою вимірювань серцевого ритму можна своєчасно виявити такі хвороби, як ішемічна хвороба серця, гіпертонія, вроджені вади серця, клапанні захворювання серця, кардіоміопатія тощо.

Для вимірювань серцевого ритму використовують такі датчики, як MAX30102, Pulse Stnsor, AD8232. Клас точності AD8232 залежить від діапазону вхідної напруги, кількості усереднень та температури:

- діапазон вхідної напруги: $\pm 2,6$ В; $\pm 5,12$ В; $\pm 10,24$ В;

- клас точності: $\pm 0,025\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,1\%$;
- кількість усереднень: 1; 1; 1;
- температура: $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Усереднення може покращити клас точності. Наприклад, при усередненні 16 значень клас точності AD8232 в діапазоні $\pm 2,56\text{ В}$ покращується до $\pm 0,00625\%$. Температура також впливає на клас точності. Клас точності погіршується при більш низьких та більш високих температурах.

Для оцінки якості вимірювань використовуються різноманітні математичні моделі, в тому числі емпіричні.

Емпірична модель – це тип моделі, яка ґрунтується на результатах аналізу даних, отриманих в результаті експериментів або вимірювань.

Далі в тексті наведені три емпіричні моделі для датчика AD8232, розраховані на основі методу апроксимації функції. Таким чином, за допомогою датчика по п'ять разів було зроблене вимірювання серцевого ритму у десятих пацієнтів. Отримана множина даних стала експериментальною вибіркою для побудови моделі.

На основі цих даних було вираховане математичне очікування Y_m та стандартна Δ і відносна σ похибки для оцінки відхилення фактичних вимірів від очікуваних (табл. 1).

Отримані точки даних були нанесені на графік з метою визначення, який тип функції описуватиме закономірність найкраще.

Таблиця 1

Експериментальна вибірка для побудови моделі

X	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_m	σ	Δ
1	112	116	98	106	71	100,6	11,92197	6,44
2	77	61	65	90	90	76,6	9,05048	5,44
3	75	84	96	117	79	90,2	11,28815	6,52
4	100	75	100	80	105	92,0	9,00617	5,8
5	91	94	80	74	108	89,4	8,78888	4,96
6	119	87	91	98	114	101,8	9,39749	5,88
7	109	113	100	80	116	103,6	9,66782	5,44
8	109	68	86	116	118	99,4	14,44991	8,96
9	107	81	110	92	78	93,6	9,73653	5,96
10	66	92	106	87	77	85,6	10,09510	5,64

Спираючись на розміщення точок даних на графіку, було визначено, що найкраще їх описуватимуть ступенева функція або поліноми різних ступенів (рис. 1).

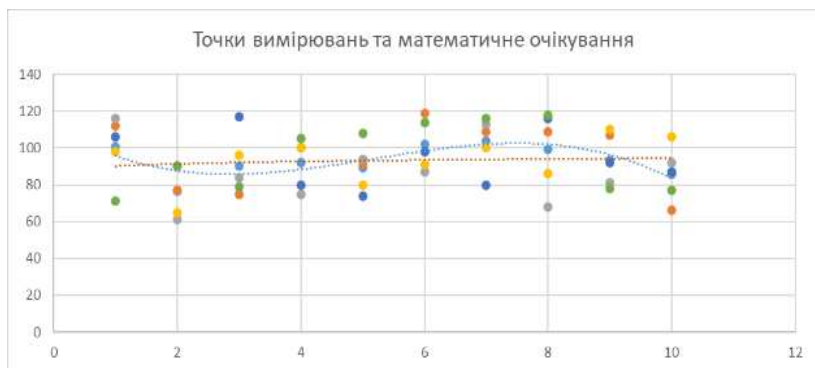


Рис.1. Точки експериментальних даних на графіку

Таким чином, за допомогою засобів Excel, були обрані такі моделі, як поліноми третього та п'ятого ступенів та ступенева функція, також були визначені числові коефіцієнти для цих функцій. Отримані евристичні моделі для цих даних мають такий вигляд:

$$y_1 = -0,3299x^3 + 5,1269x^2 - 21,155x + 112,05; \quad (1)$$

$$y_2 = -0,015x^5 + 0,4719x^4 - 5,7946x^3 + 33,331x^2 - 82,891x + 154,08; \quad (2)$$

$$y_3 = 90,098x^{0,0205}. \quad (3)$$

Таблиця 2

Отримані очікувані значення за трьома емпіричними моделями

X	Y_m	Ye_1	Ye_2	Ye_3
1	100,6	95,6920	99,1823	90,09800
2	76,6	87,6084	82,3356	91,38739
3	90,2	85,8198	83,5107	92,15017
4	92,0	88,3468	90,4040	92,69523
5	89,4	93,2100	96,6375	93,12023
6	101,8	98,4300	99,9588	93,46893
7	103,6	102,0274	100,4411	93,76476
8	99,4	102,0228	98,6832	94,02179
9	93,6	96,4368	94,0095	94,24908
10	85,6	83,2900	82,6700	94,45287

Також, були визначені стандартна Δ і відносна ε похибки для трьох емпіричних моделей (табл. 3).

Таблиця 3

Стандартні та відносні похибки для трьох моделей

X	Δ_1	Δ_2	Δ_3	ε_1	ε_2	ε_3
1	4,9080	1,4177	10,5020	0,048105	0,014115	0,11119
2	-11,0084	-5,7356	-14,7874	-0,107900	-0,057100	-0,15656
3	4,3802	6,6893	-1,95017	0,042932	0,066599	-0,02065
4	3,6532	1,5960	-0,69523	0,035806	0,015890	-0,00736
5	-3,8100	-7,2375	-3,72023	-0,037340	-0,072060	-0,03939
6	3,3700	1,8412	8,33107	0,033030	0,018331	0,08820
7	1,5726	3,1589	9,835237	0,015414	0,031450	0,10413
8	-2,6228	0,7168	5,378214	-0,025710	0,007137	0,05694
9	-2,8368	-0,4095	-0,649080	-0,027800	-0,004080	-0,00687
10	2,3100	2,9300	-8,852870	0,022641	0,029171	-0,09373

Таким чином, найкращі показники абсолютних і відносних похибок показує друга емпірична модель (поліном 5-го ступеня; рис. 2), але цього ще замало. Для остаточної оцінки адекватності отриманих моделей була визначена ступінь їхньої придатності.

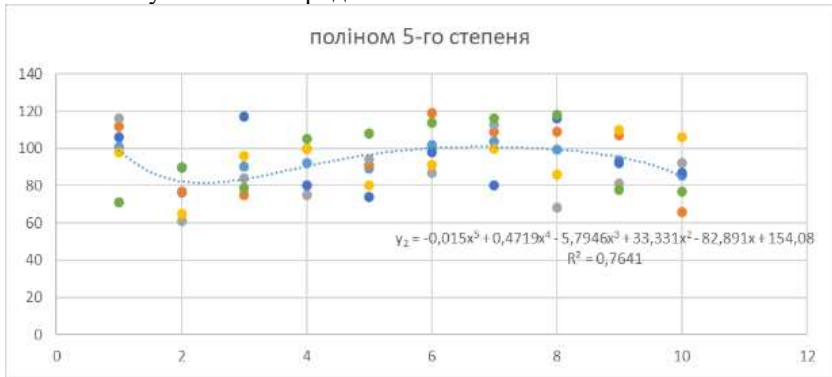


Рис.2. Друга модель – поліном 5-го ступеня

Адекватність (придатність) емпіричної моделі була визначена з допомогою нерівності:

$$\|\varepsilon_s(i)\| < \frac{3K|y_i|_{\max}}{100|F_s \max|} - \frac{\|F_s[\Phi(i)] - \|y(i)\|}{|F_s \max|}. \quad (4)$$

Таким чином, якщо всі значення емпіричної моделі відповідають цьому критерію придатності, то її можна вважати адекватною.

Таблиця 4

Ступінь придатності трьох емпіричних функцій

X	E_1	E_2	E_3
1	0,127307	0,094568	0,196742
2	-0,02869	0,023349	-0,071
3	0,122134	0,147052	0,064907
4	0,115008	0,096343	0,078193
5	0,041859	0,008396	0,046167
6	0,112233	0,098784	0,173757
7	0,094616	0,111903	0,189682
8	0,053495	0,08759	0,142495
9	0,051398	0,076376	0,078682
10	0,101843	0,109624	-0,00817

Тепер добре видно, що по критерію адекватності перша модель (поліном 3-го ступеня; рис. 3) є найкращою, бо в неї критерію адекватності не відповідає лише одне значення з десяти, а в двох інших – по два.

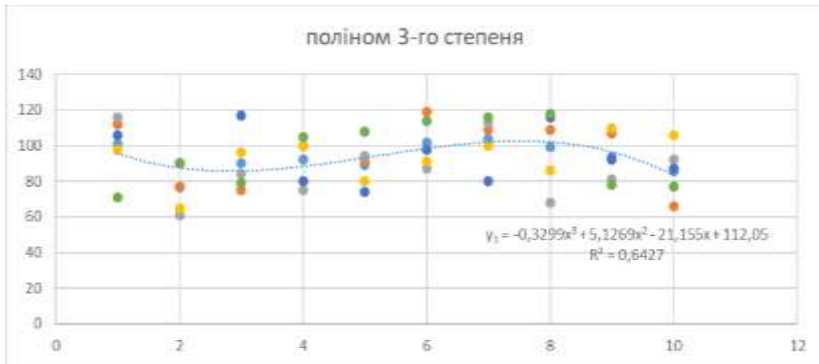


Рис.3. Перша модель – поліном 3-го ступеня

Отже, по критерію адекватності перша модель поліном 3-го ступеня є найкращою, а найкращі показники абсолютних і відносних похибок показує друга емпірична модель поліном 5-го ступеня.

Список використаних джерел

1. Гончаров Д. С., Чуйко Г. П. ЕКГ-модуль AD8232: будова, характеристики і застосування. *Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики* : тези доп. II Всеукр. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 07 квітня 2023 р.

УДК 004.75

Данилова О. М.,
бакалаврантка кафедри комп'ютерної інженерії,
Бурлаченко І. С.,
старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПРОТЕЗІВ

На сьогоднішній день розвиток протезної технології є однією з ключових галузей інженерії, яка має безпосереднє значення для поліпшення якості життя людей з обмеженими можливостями. Сучасні технології відкривають нові можливості для розробки протезів, які можуть імітувати рухи людського тіла з високою точністю. Звичайні протези страждають від поганої керованості та відсутності сенсорного зворотного зв'язку. Через відсутність тактильної сенсорної інформації користувачі протезів повинні покладатися на випадкові візуальні та слухові сигнали [1]. Це призводить до того, що користувачі протезів часто відчують дискомфорт та обмеження у повсякденному житті. Розумні протези, що управляються мікропроцесором, забезпечують значні переваги для користувачів, включаючи підвищену функціональність та кращу адаптацію до повсякденного життя [2].

Запропонована платформа пропонує рішення цієї проблеми завдяки використанню передових технологій та алгоритмів. Апаратно-програмний комплекс моделювання руху, інтерфейси якого наведено на рис. 1, збиратиме дані з багатьох сенсорів, розташованих на протезі. Ці дані дозволять покращити алгоритми керування протезами, забезпечуючи більш природний та інтуїтивний рух [3].

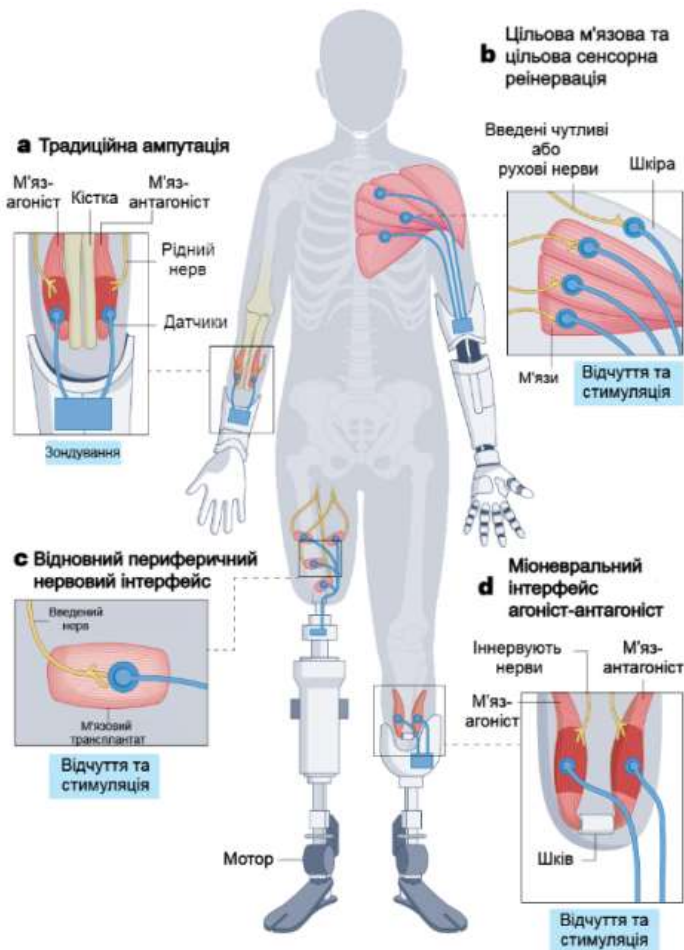


Рис.1. Звичайна ампутація та клінічні механонейронні інтерфейси.

На рис. 1 зображено традиційну ампутацію, що порушує еферентну та аферентну сигналізацію. Хоча еферентна сигналізація все ще може викликати м'язові скорочення, м'язи не генерують відповідну динаміку кінцівки, оскільки вони хірургічно розташовані таким чином, щоб зменшити ризик утворення невроми та оптимально підтримувати гніздо протеза. На аферентну пропріоцептивну сигналізацію негативно впливають патологічно змінені точки введення м'язів і втрата

дистальних тканин, і вона ще більше порушується через такі механізми, як фантомний біль у кінцівці.

Цільова м'язова реіннервація та цільова сенсорна реіннервація – це нервово-м'язові та шкірно-механонейронні інтерфейсні конструкції, що застосовуються у людей з ампутацією, які спрямовані на еферентний контроль та соматосенсорний зворотний зв'язок. Під час цільової м'язової реіннервації чужорідні периферичні нерви анастомозують (тобто хірургічно з'єднують) з денервованими, але васкуляризованими м'язами. Під час цілеспрямованої сенсорної реіннервації сенсорні нерви або пучки підключаються безпосередньо до шкірної тканини або до шкірного нерва, що іннервує шкірну тканину.

Під час побудови регенеративних периферичних нервових інтерфейсів денервовані та деваскуляризовані м'язові трансплантати обертаються навколо перерізаних рухових нервів. Згодом трансплантати реіннервуються протягом багатьох місяців, щоб слугувати біофізичними підсилювачами.

Міоневрологічний інтерфейс агоніст-антагоніст включає механічне з'єднання м'язів агоніста і антагоніста для еферентної і аферентної передачі сигналів. Це з'єднання дозволяє нативним механорецепторам, таким як м'язові веретена і сухожильні органи Гольджі, забезпечувати пропріоцептивний зворотний зв'язок через механізми розтягування м'язів і сухожиль, відповідно.

Завдяки запропонованому рішення користувачі зможуть отримати:

- покращену керованість. Протези стануть більш чутливими до команд користувача, забезпечуючи більш точне та контрольоване використання;

- сенсорний зворотний зв'язок. Користувачі зможуть відчувати протез як частину свого тіла, що значно покращить адаптацію та комфорт. Адже тактильний зворотний зв'язок забезпечує швидший контроль, ніж відсутність зворотного зв'язку, що можна інтерпретувати як ознаку того, що такий зворотний зв'язок полегшує компенсаторні реакції після неочікуваних змін ваги;

- адаптивність. Протези зможуть адаптуватися до різних умов використання, забезпечуючи високу ефективність у різноманітних ситуаціях.

На рис. 2 зображене схематичне підключення. За основу було взято MPU6050 – датчик, що підходить для визначення положення у просторі [4].

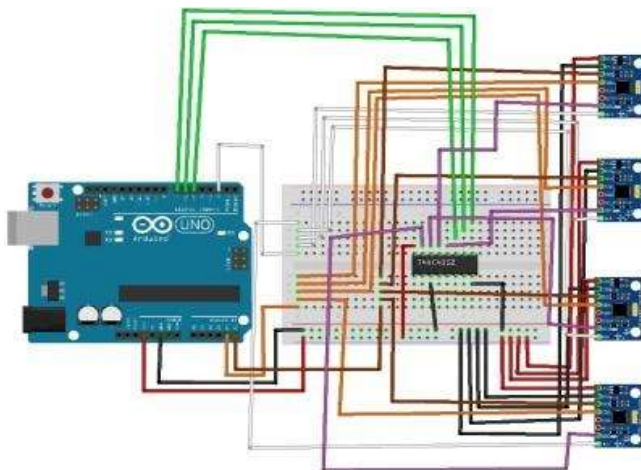


Рис.2. Підключення чотирьох MPU6050 до однієї плати Arduino

У дослідженні висвітлено можливості апаратно-програмного комплексу моделювання руху протезів, проаналізовано його технічні аспекти, методи моделювання руху, оптимізації протезів, розглянуто наявні проблеми та перспективи розвитку. В результаті потенціал апаратно-програмних комплексів у покращенні функціональності та ергономіки протезів буде зростати, що сприяє поліпшенню якості життя людей з обмеженими можливостями. Запропоноване рішення відкриває нові горизонти у сфері протезування, щоб зробити життя користувачів протезів більш повноцінним та комфортним.

Список використаних джерел

1. Mastinu E., Engels L.F., Clemente F., et al. Neural feedback strategies to improve grasping coordination in neuromusculoskeletal prostheses. *Sci. Rep.* 2020. Vol. 10, no. 11793. DOI: 10.1038/s41598-020-67985-5.
2. Shu, T., Herrera-Arcos, G., Taylor, C.R., et al. Mechanoneural interfaces for bionic integration. *Nat Rev Bioeng.* 2024. DOI: 10.1038/s44222-024-00151-y.
3. Herrera-Arcos G., Shu T., Herr H. Prelude to a new era of bionics / K. Lisa Yang Center for Bionics. *MIT Media Lab*. Publ. March 6, 2024. URL: <https://www.media.mit.edu/posts/prelude-to-a-new-era-of-bionics/> (Last accessed: 27.04.2024).
4. Акселерометр і гіроскоп MPU-6050 GY-521 модуль 6DOF. URL: <https://arduino.ua/prod512-akselerometr-i-giroskop-mpu-6050-modul-6dof> (Last accessed: 27.04.2024).

Завгородній К. С.,
бакалаврант кафедри комп'ютерної інженерії,
Бурлаченко І. С.,
старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПРОМИСЛОВИМ ТРАВМАМ

Проблема, яку вирішує система відеоспостереження для запобігання промисловим травмам, полягає в тому, що промислові об'єкти часто є місцями з підвищеним ризиком для здоров'я та безпеки працівників. Вони можуть бути піддані різним небезпечним умовам, таким як робота з важким обладнанням, робота на висоті, контакт зі шкідливими речовинами тощо. У таких умовах травми та нещасні випадки можуть статися навіть при дотриманні всіх необхідних заходів безпеки. Система відеоспостереження допомагає вирішити цю проблему, надаючи постійний моніторинг робочих процесів та негайну реакцію на потенційно небезпечні ситуації [1]. Вона дозволяє вчасно виявляти можливі джерела небезпеки, такі як недотримання правил безпеки, небезпечні робочі умови або неправильне використання обладнання. Таким чином, система відеоспостереження допомагає попередити травматичні події та забезпечити безпеку працівників на промислових об'єктах.

Звідси виходить, що основні компоненти системи (рис. 1) попередження на основі відеоспостереження включають у себе камери відеоспостереження для моніторингу, програмне забезпечення для аналізу зображень, системи штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання небезпеки, системи сповіщення для оперативного інформування персоналу про небезпечні ситуації, можливість інтеграції з іншими системами безпеки, а також аналіз даних для подальшого вдосконалення системи.

Тренування персоналу також важливо, щоб забезпечити належну реакцію на сповіщення та виконання відповідних безпечних процедур. Ці компоненти разом створюють ефективну систему безпеки на промислових об'єктах.

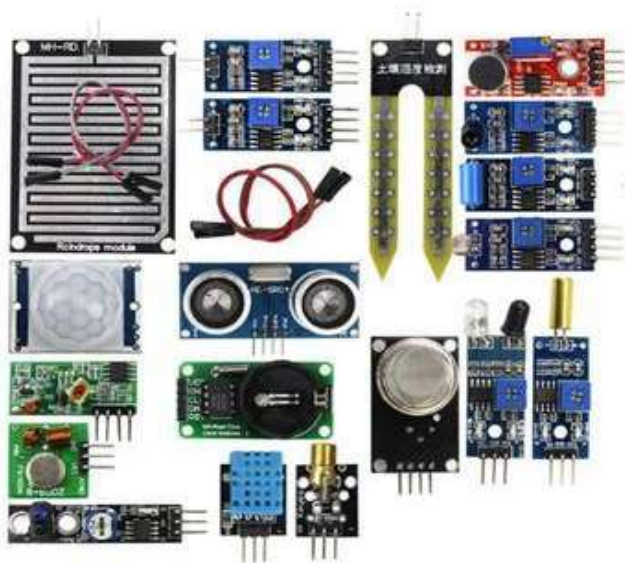


Рис.1. Компоненти системи відеомоніторингу безпеки на робочому місці

Для реалізації системи штучного інтелекту на платі Raspberry Pi, окрім самої плати, знадобляться такі компоненти [2, 3]:

- камера: Для збору відеоданих та зображень потрібна камера, яка може бути підключена до Raspberry Pi. Можна використовувати камери, такі як Raspberry Pi Camera Module або USB-камери;

- мікрофон (опціонально): Якщо ваша система повинна аналізувати аудіодані, можна додати мікрофон, який може бути підключений до Raspberry Pi через аналогові або цифрові входи;

- живлення: Потрібне живлення для Raspberry Pi. Це може бути стандартний блок живлення Micro USB або USB-C;

- карта пам'яті: Raspberry Pi працює на операційній системі, яка зберігається на карті пам'яті. Потрібна карта пам'яті з операційною системою, наприклад, Raspbian або Ubuntu, в залежності від ваших потреб;

- сенсори (опціонально): Якщо ваша система вимагає збору додаткових даних, таких як температура, вологість або рівень освітленості, можна додати відповідні сенсори;

- платформа для навчання машинного навчання: Ви можете використовувати бібліотеки та інструменти для реалізації моделей

машинного навчання на Raspberry Pi, такі як TensorFlow або PyTorch;

- інтерфейсні компоненти: якщо потрібно забезпечити взаємодію з користувачем, то додаються: LCD-дисплей, кнопки, інші інтерфейсні компоненти (рис. 2);

- жорсткий чи м'який корпус: Для захисту плати Raspberry Pi та додаткових компонентів можна використовувати корпус.



Рис.2. Програматор Raspberry Pi Debug Probe

Переваги системи відеоспостереження для покращення безпеки на робочому місці. Вони підкреслюють значення системи у виявленні потенційних небезпечних ситуацій, наданні інформації персоналу для запобігання травмам, швидкому реагуванні на небезпеку, попередженні нещасних випадків, підвищенні ефективності системи безпеки та збільшенні свідомості про безпеку серед працівників.

У випадку, коли все нормально, система відеоспостереження продовжує здійснювати стандартний моніторинг, фіксує події на робочому місці для потенційного використання в майбутньому, а також може допомагати виявляти можливі шляхи для покращення ефективності та безпеки.

Щоб покращити видимість на моніторах, можна скористатися наступними стратегіями: налаштування яскравості та контрастності, використання антиблискових покриттів, регулювання положення

моніторів для оптимальної видимості, збільшення розміру шрифту та іконок на екрані, а також використання програмних рішень для полегшення роботи з моніторами.

Після цього було встановлення та завантаження налаштувань для камер відеоспостереження, аналізу зображень, систем штучного інтелекту (AI), систем сповіщення, інтеграції з іншими системами безпеки, аналізу даних та тренування персоналу є кроком вперед у забезпеченні безпеки на робочому місці (рис. 3). Ці налаштування допоможуть системі ефективно виявляти потенційні небезпечні ситуації, швидко реагувати на них та попереджати можливі нещасні випадки.



Рис.3. Встановлені компонентів у зібраному пристрої

З встановленням та завантаженням налаштувань для системи відеоспостереження, а також з описаними вами функціями, здається, що пристрій працює коректно. Це дозволить ефективно виявляти небезпечні ситуації, швидко реагувати на них та попереджати можливі нещасні випадки. Ініціатива зі створення цієї системи покращить безпеку та забезпечить спокій та захищеність працівників на робочому місці.

Перелік джерел посилання

1. Відеоспостереження на виробництві. URL: <https://dnepsecurity.com/v-promishlennosti/videonabljudenie-na-proizvodstve.html> (дата звернення: 30.04.2024).
2. Мінікомп'ютер Raspberry PI 4 Model B 4 GB (RPI4-MODBP-4GB). URL: <https://rozetka.com.ua/ua/raspberry-pi-rpi4-modbp-4gb/p316784920/> (дата звернення: 29.04.2024).
3. GPIO: все про підключення Raspberry Pi 4 і 3. URL: <https://www.hwlibre.com/uk/gpio-%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D0%BF%D1%96/> (дата звернення: 15.04.2024).

УДК 004.85:004.031.6

Козявко Л. О.,
магістрант кафедри комп'ютерної інженерії,
Пузирьов С. В.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ В ПРИМІЩЕННІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАТЧИКІВ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

У сучасному світі, де проблема енергозбереження стає все актуальнішою через зростаючі тарифи на енергію та потребу захисту навколишнього середовища, створення ефективних систем управління енергоспоживанням у будівлях набуває особливої важливості. Одним із ключових аспектів цього є оптимізація використання освітлення, яке є значним споживачем електрики в комерційних та житлових приміщеннях. Адаптивне керування освітленням може значно скоротити енергоспоживання, автоматично регулюючи інтенсивність та тривалість включення світлових приладів в залежності від потреб користувачів та умов навколишнього середовища [1].

Автоматизація управління освітленням з використанням датчиків та алгоритмів машинного навчання дозволяє не тільки знизити витрати на енергію, але й підвищити комфорт користування приміщеннями. Використання сучасних технологій, таких як датчики освітленості, присутності людей, та часу доби, у поєднанні з алгоритмами машинного навчання, які аналізують та прогнозують поведінку користувачів та

потреби у освітлені, створює систему, що здатна самостійно адаптуватися до змінних умов [2].

Для реалізації цієї системи будуть використані наступні апаратні частини:

- мікроконтролер ESP32 [3];
- датчики освітленості і датчики руху, для моніторингу умов у приміщенні;
- релейні модулі, що дозволяють керувати електричними навантаженнями;
- модуль реального часу (RTC), для точного відстеження часу доби.

У процесі розробки використовуватиметься варіація фреймворку TensorFlow, TensorFlow Lite for Microcontrollers (часто згадується як TensorFlowLite_ESP32 [4]), яка є оптимізованою для використання на вбудованих пристроях з обмеженими ресурсами, такими як ESP32. Цей фреймворк дозволяє використовувати моделі машинного навчання безпосередньо на мікроконтролерах, забезпечуючи виконання завдань штучного інтелекту на крайніх точках мережі (edge devices) з низькою затримкою та без потреби у з'єднанні з хмарними сервісами.

Особливості TensorFlow Lite for Microcontrollers [5]:

- фреймворк спеціально розроблений для низько потужних пристроїв. Він мінімізує споживання пам'яті та енергії, що критично для тривалого використання на пристроях, що живляться від батарей;
- моделі можуть виконувати обчислення локально, що забезпечує швидку реакцію системи без залежності від зовнішніх мережевих з'єднань;
- TensorFlow Lite for Microcontrollers може бути розгорнутий на різних платформах, включаючи популярний ESP32, який володіє достатньою обчислювальною потужністю та периферійними інтерфейсами для управління датчиками та виконавчими механізмами.

Переваги для адаптивної системи освітлення:

- оброблення даних у режимі реального часу: можливість швидко обробляти дані з датчиків прямо на пристрої дозволяє системі миттєво реагувати на зміни умов освітлення та присутності людей;
- низька вартість та простота впровадження: використання ESP32 разом із TensorFlow Lite знижує загальні витрати на реалізацію системи порівняно з необхідністю застосування дорожчих і складніших обчислювальних рішень;
- енергоефективність: важливий аспект для енергозберігаючих технологій, TensorFlow Lite дозволяє знизити енергоспоживання, виконуючи обчислення без потреби у постійному з'єднанні з хмарними серверами;

– підвищення надійності системи: мінімізація залежності від зовнішніх мережевих інтерфейсів зменшує ризик збоїв через мережеві проблеми.

Ця система включає в себе можливість аналізувати великі обсяги даних з різних датчиків для того, щоб точно визначати необхідність у включенні або регулюванні освітлення, тим самим максимізуючи енергоефективність без втрати комфорту для користувачів. Оптимальне управління освітленням може значно знижувати витрати на електроенергію та зменшувати вплив на довкілля, скорочуючи викиди вуглекислого газу, пов'язані з виробництвом електроенергії.

Адаптивна система освітлення також може включати в себе інтеграцію з іншими системами управління будівлею, що робить її частиною ширшої стратегії «розумного будинку» або «розумної будівлі». Це дозволяє досягти більшої синергії в управлінні різними системами будівлі та оптимізувати загальну енергоефективність.

Впровадження таких систем в масштабах міста чи регіону може значно знизити загальне енергоспоживання та сприяти створенню більш зелених та енергоефективних міських середовищ.

Список використаних джерел

1. Energy Efficiency: Buildings and Industry. URL: <https://www.energy.gov/eere/energy-efficiency-buildings-and-industry> (Last accessed: 30.04.2024).

2. The Role of Machine Learning in Building Automation. URL: <https://medium.com/@devanshi.parmar14/the-role-of-machine-learning-in-building-automation-36731519e8a4> (Last accessed: 30.04.2024).

3. Cameron N. ESP32 Microcontroller. *In book: ESP32 Formats and Communication*. Springer Nature, July 2023. P. 1–54. DOI: 10.1007/978-1-4842-9376-8_1

4. TensorFlow Lite ESP32. URL: https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/tensorflowlite_esp32/ (Last accessed: 30.04.2024).

5. Contoli C., Lattanzi E. A study on the application of TensorFlow compression techniques to human activity recognition. *IEEE Access*. Jan. 2023. P. (99):1-1. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3276438.

Косолап І. Д.,
бакалаврант кафедри інтелектуальних інформаційних систем,
Бурлаченко І. С.,
старший викладач каф. комп'ютерної інженерії
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ERP ДЛЯ ОБЛІКУ КОМПЛЕКТУЮЧИХ НА БАЗІ RASPBERRY PI

Розробка системи планування ресурсів підприємства (ERP) для обліку комплектуючих на базі Raspberry Pi є важливим завданням для багатьох малих і середніх підприємств, які прагнуть оптимізувати управління своїми ресурсами за допомогою доступних технологічних рішень [1]. Raspberry Pi, компактний і вартісно ефективний мікрокомп'ютер, надає потужні можливості для реалізації таких систем за рахунок своєї гнучкості і підтримки широкого спектру програмного забезпечення (ПЗ).

ERP-система на базі Raspberry Pi (рис. 1, б) може включати різні компоненти, від баз даних і веб-серверів до клієнтських застосунків, які дозволяють користувачам керувати запасами, відслідковувати замовлення і аналізувати продажі. Інтеграція цих компонентів у єдину систему дозволяє забезпечити високу ефективність обробки даних і їхню актуальність.

Один із ключових аспектів розробки такої системи – створення надійної і масштабованої бази даних. Raspberry Pi може використовувати легкі системи керування базами даних (СКБД), такі як SQLite, для зберігання даних про комплектуючі. Нижче наведено приклад коду на мові Python, який демонструє, як можна ініціалізувати SQLite-базу даних (рис. 1, а) і створити таблицю для зберігання інформації про комплектуючі.

Цей код створює базу даних з назвою `erp_inventory.db` і таблицю `components`, яка містить поля для ідентифікації комплектуючих, їхніх назв, кількості та ціни. Використання такої структури даних дозволяє легко додавати, оновлювати та видаляти інформацію про комплектуючі, що є важливим для ефективного управління запасами.

```
import sqlite3
def initialize_db():
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute("CREATE TABLE IF NOT EXISTS components (
        id INTEGER PRIMARY KEY, name TEXT NOT NULL,
        quantity INTEGER NOT NULL, price DECIMAL NOT NULL)")
    connection.commit()
    connection.close()
initialize_db()
```

а)



б)

Рис.1. Ініціалізація БД (а) у ERP системі на базі Raspberry Pi (б)

Для забезпечення хостингу необхідно встановити NGINX [2] . Аналізувати журнали чи керувати роботою ПЗ можна за допомогою внутрішньої IP-адреси в приватній мережі, але це не корисно для користувачів, які хочуть отримати доступ до ERP-системи ззовні чи інтернету. Для цього потрібно надати ПЗ зовнішню IP-адресу Raspberry Pi. Можна визначити зовнішню IP-адресу. Цілком імовірно, інтернет-провайдер (англ. ISP) може надати динамічну IP-адресу, що означає, що вона регулярно змінюватиметься. Це не є коректним для вебсайтів, оскільки це означає, що DNS потрібно буде оновлювати щоразу, коли змінюється IP-адреса. Деякі ISP дозволяють купувати статичні IP-адреси в інтернеті для комерційних цілей, але інші можуть взагалі не дозволяти для некорпоративних користувачів.

Для хостингу можна використати службу NoIP, що запускає фонову програму і перевіряє динамічний IP користувача кожні 5 хвилин, а потім оновлює DNS, коли він змінюється. Можна використати Ngrok для перенаправлення localhost на URL-адресу, але треба враховувати, що Ngrok може підтримувати лише невелику кількість одночасних підключень. Щоб зробити вебсайт доступним із зовнішнім IP-адресою, маршрутизатор має бути налаштований на дозвіл зовнішнього трафіку на порт 80. Налаштування повністю залежить від моделі маршрутизатора, тому необхідно використовувати відповідні інструкції для апаратного забезпечення. Основний процес передбачає підключення до маршрутизатора через його IP-адресу (зазвичай 192.168.0.1), а потім налаштування правила переадресації для порту 80.

Гарною практикою є використання nginx-proxy-manager – з ним легше працювати під час роботи з великою кількістю проєктів, і він оброблятиме Lets encrypt SSL. Легкий дешевий HTTPS дозволяє отримати символ підстановки SSL для свого домену та легко тестувати ПЗ на субдоменах. Також можна використовувати Docker + Portainer для розміщення виробничих збірок. Необхідно зберігати відкритим (і

перенаправляючим) в Інтернет лише порт 80, решту доцільно зберігати, наприклад, у віртуальній мережі Docker.

Для взаємодії з базою даних можна використовувати вебінтерфейс, реалізований за допомогою мікрофреймворку Flask [3], який працює на Raspberry Pi. Flask дозволяє створювати легкі вебзастосунки, які можуть обслуговувати запити до бази даних і відображати інформацію у вигляді вебсторінок. Наступний код демонструє, як можна налаштувати простий вебсервер на Flask, що дозволяє отримувати і додавати дані в базу (рис.2).

```
from flask import Flask, request, jsonify
import sqlite3
app = Flask(__name__)
@app.route('/components', methods=['GET'])
def get_components():
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute('SELECT * FROM components')
    components = cursor.fetchall()
    connection.close()
    return jsonify(components)
@app.route('/components', methods=['POST'])
def add_component():
    new_data = request.get_json()
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute('INSERT INTO components (name,
    quantity, price) VALUES (?, ?, ?)',
    (new_data['name'], new_data['quantity'], new_data['price']))
    connection.commit(), connection.close()
    return 'Component added', 200
if __name__ == '__main__':
    app.run(host='0.0.0.1', port=5000, debug=True)
```

Рис.2. Обслуговування HTTP-запитів за допомогою Flask

На рис. 2 вебсервер використовує Flask та обслуговує два HTTP-запити: GET для отримання списку всіх комплектуючих і POST для додавання нового комплектуючого в базу даних. Використання JSON для передачі даних між клієнтом і сервером робить цей інтерфейс зручним для розробників та кінцевих користувачів.

Розробка ERP системи на базі Raspberry Pi може стати важливим кроком на шляху до автоматизації бізнес-процесів і підвищення ефективності управління комплектуючими. Ця система може бути адаптована до специфічних потреб будь-якого підприємства, надаючи необхідні інструменти для аналізу, планування та контролю.

Список використаних джерел

1. Yellow. How to Build Your Own ERP System: All Questions Answered. Medium. 2022. URL: <https://yellow.medium.com/how-to-build-your-own-erp-system-all-questions-answered-abbd96b6a8e6> (Last accessed: 26.04.2024)
2. Grime C. Turn a Raspberry Pi into a web server. Medium. 2023. URL: <https://chrisgrime.medium.com/turn-a-raspberry-pi-into-a-web-server-ea7f395e6fe8> (Last accessed: 26.04.2024)
3. Mattia Yoselli. Flask, from zero to hero: the complete tutorial (work in progress). Medium. 2022. URL: <https://toselli-mattia.medium.com/flask-from-zero-to-hero-part-1-ce1de22b0429> (Last accessed: 26.04.2024)

УДК 004.932.2:616

Кравченко П. К.,
бакалаврантка кафедри комп'ютерної інженерії,
Бурлаченко І. С.,
ст. викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ВИКОРИСТАННЯ CNN ТА SPRING BOOT НА БАЗІ RASPBERRY PI ZERO W ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГОСТРОГО ЛІМФОБЛАСТНОГО ЛЕЙКОЗУ

На сьогодні захворювання гострого лімфобластного лейкозу залишається загрозою для здоров'я людей. Станом на 2020 р. лейкемія є основною причиною захворюваності та смертності від раку в усьому світі. Згідно з оцінками, опублікованими у міжнародному виданні «Journal of Hematology & Oncology», кількість смертей від гострого лімфобластного лейкозу досягає 311'954 [1]. Саме тому є актуальною розробка ефективних рішень діагностування захворювань, що передбачатимуть передачу даних у реальному часі та їх обробку для діагностики, .

Діагностика гострого лімфобластного лейкозу є напрямком, який потребує впровадження автоматизованих рішень, засобів та методів. Запропонованим рішенням є використання моделі на основі інструментів TinyML. Застосування TinyML має низькі вимоги до енергоспоживання, пам'яті та обчислень, що робить їх придатними для вбудованих мереж і пристроїв. Крім того, низькі вимоги до TinyML

роблять його ідеальним для розгортання моделей машинного навчання на основі інтернету речей (англ. IoT). Також інструменти TinyML можуть використовуватися для розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням архітектури згорткових нейронних мереж (англ. CNN).

У якості пристрою з низьким енергоспоживанням було обрано мікрокомп'ютер Raspberry Pi Zero W, наведений на рис. 1. Raspberry Pi Zero W виконаний на базі Broadcom BCM2835 чіпа, кристал якого включає процесор CPU ARM1176JZ-F з максимальною частотою 1 ГГц та графічний двоядерний співпроцесор GPU VideoCore IV з частотою до 400 МГц. Зверху над співпроцесором розташований чіп пам'яті Elpida B4432BBPA-10-F 512MB [2].



Рис.1. Зображення розпінування мікрокомп'ютера Raspberry Pi Zero W

Також мікрокомп'ютер для підключення має один міні-порт HDMI, два порти мікро-USB, HAT-сумісний 40-контактний роз'єм, незаповнений 40-контактний роз'єм GPIO та роз'єм для камери CSI. Raspberry Pi Zero W, також має підключення до локальної мережі через бездротові порти 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.1 та Bluetooth Low Energy (BLE).

Для створення моделі машинного навчання TinyML було використано TensorFlow Lite з Java. Використовуючи TensorFlow Lite можна розгорнути моделі машинного навчання без необхідності підключення до мережі Інтернет. Це також вирішує проблеми безпеки, оскільки у вбудованих системах легше експлуатувати вразливості. Загалом, TensorFlow Lite пропонує набір попередньо навчених моделей машинного навчання для використання. До таких моделей відносять виявлення об'єктів, генерація інтелектуальних відповідей та системи індивідуальних рекомендацій. Процесор виявлення об'єктів надає

готову підтримку TensorFlow Object Detection, принцип роботи якого наведений на рис. 2. Він дозволяє локалізувати та ідентифікувати декілька об'єктів на одному зображенні або потоці зображень у реальному часі. Процесор виявлення об'єктів використовує одну з попередньо навчених моделей виявлення об'єктів і відповідні мітки об'єктів [3].

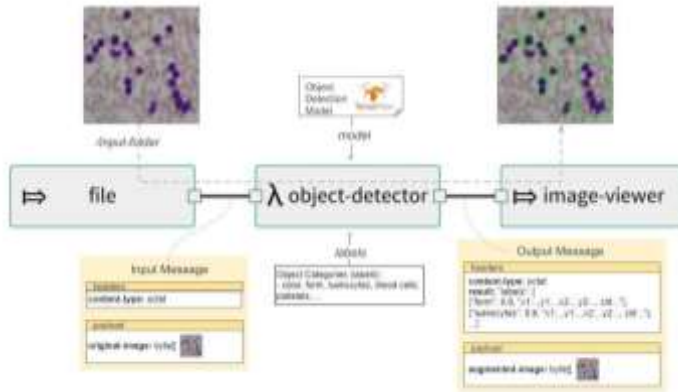


Рис.2. Діаграма принципу виконання роботи з розпізнавання об'єктів

У результаті виконання обробки зображення буде отримано ім'я виявленого об'єкту, координати обмежувальної рамки кожного виявленого об'єкта на зображенні, які відносяться до розмірів зображення. Буде отриманий ідентифікатор класифікації, що визначений у наданому файлі конфігурації міток. У якості архітектури моделі було обрано згорткову нейронну мережу, яка вирізняється своєю точністю, використанням у широкому спектрі завдань класифікації та розпізнавання об'єктів. CNN отримує ознаки із зображень, а потім передає їх у повну нейронну мережу для створення прогнозу. Рівні виділення функцій у CNN допомагають зменшити кількість функцій із великого масиву значень окремих пікселів до більш керованого набору функцій, який використовується для підтримки передбачення міток [4].

Використання TensorFlow Lite дозволяє значно зменшити обсяг архітектури моделі класифікатора зображень. Моделі TinyML, як правило, навчаються на комп'ютері користувача або в хмарі. Після навчання починається робота TinyML, процес, який називають глибоким стисненням, що робить функціонування моделей TinyML більш енергоефективним. Таким чином, нейронні мережі для TensorFlow Lite можуть мати розмір до 500 кілобайт та TensorFlow Lite Micro до 20 кілобайт, що дозволяє більш ефективно використовувати

пам'ять мікрокомп'ютера. Крім того, TinyML дозволяє інтегрувати у вбудовані пристрої штучний інтелект на основі керованих даними алгоритмів.

Список використаних джерел

1. Du M., Chen W., Liu K., Wang L., Hu Y., Mao Y., Sun X., Luo Y., Shi J., Shao K., Huang H., Ye D. The global burden of leukemia and its attributable factors in 204 countries and territories: Findings from the Global Burden of Disease 2019 study and projections to 2030. *Journal of oncology*. 2022, 1612702. DOI: 10.1155/2022/1612702.
2. Мікрокомп'ютер Raspberry Pi Zero W. *Евоком.юа*. URL: <https://evo.net.ua/raspberry-pi-zero-w/> (дата звернення: 22.04.2024).
3. Spring Cloud Stream App Starters Reference Guide. *Spring*. 2020. URL: <https://docs.spring.io/spring-cloud-stream-app-starters/docs/>
4. current/reference/htmlsingle/#spring-cloud-stream-modules-tensorflow-processor (Last accessed: 25.04.2024).
5. Simeu B. N. Convolutional Neural Network using TensorFlow. *Medium*. 2023. URL: <https://medium.com/@BriceNicodem/convolutional-neural-network-using-tensorflow-3d5b5d3a38a5> (Last accessed: 27.04.2024).

УДК 004.896:629.7.07

Лосіцький П. М.,

студент 5-го курсу,

Журавська І. М.,

д-р техн. наук, професор,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

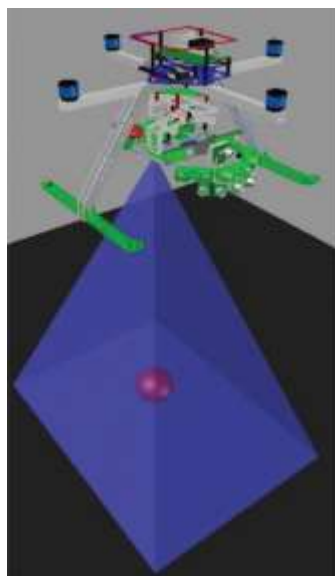
РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ БПЛА ДЛЯ МІСІЙ ПОШУКУ ТА ПОРЯТУНКУ

На сьогоднішній день існує кілька алгоритмів, які використовуються для керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА або дрон) для пошуково-рятувальних завдань. Серед них можна відзначити алгоритми на основі класичних методів, такі як ПІД-регулятори (англ. *Proportional–Integral–Derivative Controller – PID*) та алгоритми планування шляху, а також алгоритми на основі штучного інтелекту (ШІ), такі як нейронні мережі та генетичні алгоритми.

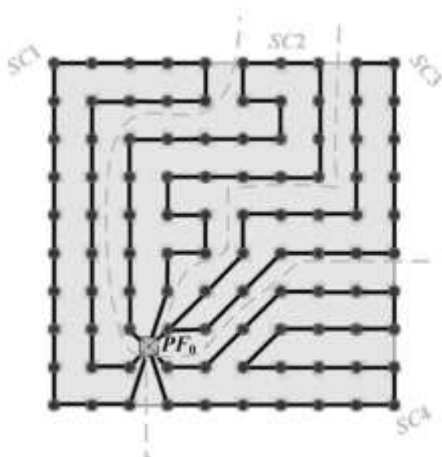
Кожен із цих алгоритмів має свої переваги та недоліки. Наприклад, ПД-регулятори відомі своєю простотою та ефективністю, але можуть мати обмеження у складних середовищах. З іншого боку, алгоритми на основі ШІ можуть забезпечити більшу гнучкість і адаптивність, але вони вимагають значних обчислювальних ресурсів [1].

Багато існуючих алгоритмів використовують передові технології, такі як комп'ютерне бачення, глобальна система позиціонування (англ. *Global Positioning System* – *GPS*), радіоімпульсне позиціонування та датчики відстані [2]. Ці технології допомагають дронам взаємодіяти з навколишнім середовищем і здійснювати навігацію та контроль у реальному часі.

Щоб досягти успіху в цій спробі, поєднання інтелектуального машинного навчання та алгоритмів комп'ютерного зору можна використовувати для автоматичного пошуку важкодоступних місць або великих об'єктів, наприклад, людей (рис. 1). Для цього можливо розробити дрон, оснащений високоякісною камерою, датчиками руху та GPS, а також потужним процесором для обробки даних у реальному часі.



а)



б)

Рис.1. Поле зору (а) та маршрут обстеження території кожним БПЛА SCn (б)

Однією з ключових технологій, які можна використовувати, є глибоке навчання, що використовує відеодані з камер дронів для ідентифікації візерунків і об'єктів на землі. Це може включати використання згорткових нейронних мереж для ідентифікації особливостей і контурів об'єктів, а також методи виявлення об'єктів, такі як YOLO (You Only Look Once) або SSD (Single Shot MultiBox Detector) [3; 4].

Використання алгоритмів машинного навчання та комп'ютерного зору на дронах дозволить ефективно та швидко шукати цілі в складних умовах. Безпілотники з такими можливостями можна використовувати для пошуку зниклих або поранених людей у лісах, горах, руїнах будівель або на великих територіях, де традиційні методи пошуку можуть бути обмежені.

Безпілотники з алгоритмами пошуку цілей у важкодоступних місцях підійдуть для різних організацій і сфер діяльності, таких як пошуково-рятувальні служби, військові частини, екологічні організації, служби цивільної безпеки та промислові компанії. Він допоможе реагувати на надзвичайні ситуації, здійснювати моніторинг навколишнього середовища, виявляти та охороняти рідкісні види, виконувати інші завдання, що потребують пошуку об'єктів на великих або важкодоступних територіях.

Список використаних джерел

1. Журавська І. М., Мусієнко М. П. Синтез маршрутів суб-роїв безпілотних апаратів з використанням нейронної мережі Хопфілда для обстеження територій. *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. 2017. №. 3. С. 86–94. DOI: 10.15588/1607-3274-2017-3-10.
2. Gageik N., Reul C., Montenegro S. Autonomous quadcopter for search, count and localization of objects. *In book: Recent Advances in Robotic Systems*. Ch. 1. INTECH, Sept. 2016. 26 p. DOI: 10.5772/63568.
3. Liu Q., Ye H., Wang S., Xu Z. YOLOv8-CB: Dense pedestrian detection algorithm based on in-vehicle camera. *Electronics*. 2024. Vol. 13, no. 236. 16 p. DOI: 10.3390/electronics13010236.
4. Forson E. Understanding SSD MultiBox – Real-Time object detection in deep learning. *Towards Data Science*. Publ. Nov. 18, 2017. URL: <https://towardsdatascience.com/understanding-ssd-multibox-real-time-object-detection-in-deep-learning-495ef744fab> (Last accessed: 30.04.2024).

Лялюк В. М.,
бакалаврант кафедри інтелектуальних інформаційних систем,
Бурлаченко І. С.,
ст. викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

КУС-ВЕРИФІКАЦІЯ ДЛЯ ВЕБПЛАТФОРМИ ТОРГІВЛІ ТОВАРАМИ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА БАЗІ BANANA PI M3

У сучасному світі торгівля товарами подвійного призначення – це не тільки комерційна діяльність, але й область, що вимагає строгого регулювання та високого рівня безпеки. Товари подвійного призначення, такі як технології, що можуть бути використані як у цивільних, так і військових аплікаціях, потребують особливої уваги з боку регуляторів і бізнесу. Це ставить підвищені вимоги до механізмів перевірки та валідації угод, особливо в контексті міжнародних санкцій та експортного контролю з використанням апаратних рішень, здатних працювати автономно.

Вебплатформа для торгівлі товарами подвійного призначення з КУС (*Know Your Customer*)-верифікацією – це інноваційне рішення, яке використовує сучасні технології для забезпечення прозорості, законності та безпеки торгових операцій. Основною її функцією є ідентифікація та перевірка суб'єктів торгівлі з метою попередження ризиків, пов'язаних з фінансовими шахрайствами, відмиванням грошей, а також порушеннями регулятивних норм.

Інтеграція системи КУС в платформу торгівлі товарами подвійного призначення має вирішальне значення для ідентифікації осіб, які можуть бути включені до чорних списків. Завдяки детальній перевірці особистих даних та їх порівнянню з такими базами даних як «Миротворець», система КУС дозволяє швидко виявляти осіб, які підпадають під санкції або мають обмеження на участь у торгівлі певними категоріями товарів. Це забезпечує важливий шар безпеки, мінімізуючи ризик вступу в комерційні відносини з небажаними або ризикованими контрагентами, що може призвести до небажаних наслідків для платформи та її користувачів.

Платформа використовує передові алгоритми для збору, аналізу та зберігання даних про користувачів. Використання біометричних даних, документів, що підтверджують особу, та інших форм ідентифікації забезпечує надійну верифікацію осіб, які беруть участь у торгівлі.

Banana Pi M3 працює на базі восьмиядерної платформи Allwinner A83T ARM Cortex-A7 частотою 2 GHz. Є GPU PowerVR SGX544MP1, 2 GB ОЗП, обсяг вбудованої пам'яті дорівнює 8 GB, гігабітний Ethernet (Realtek RTL8211E/D), Wi-Fi (AP 6212 module), Bluetooth (BT4.0), IR-приймач. Плата оснащена 2 портами USB, SATA-роз'ємом для підключення жорсткого диска, мікрофоном, роз'ємом 3,5 jack, HDMI, діодами, кнопками живлення та перезавантаження, 40 pins GPIO, сумісних з Raspberry Pi. Живлення 5V2A (рис. 1, рис. 2).

Вебплатформа на базі Banana Pi M3 постійно синхронізується з глобальними базами даних, що містять інформацію про санкції, експортні обмеження, а також "чорні списки", забезпечуючи дотримання всіх відповідних міжнародних та національних правил.

Основні можливості платформи включають:

- 1) систему перевірки документів, що дозволяє швидко і точно верифікувати особисті дані покупців і продавців;
- 2) розширені функції звітності та моніторингу, які дозволяють виявляти та реагувати на підозрілі дії в режимі реального часу;
- 3) функціонал налаштування доступу та ролей користувачів, який дозволяє налаштувати специфічні права та обмеження для різних типів користувачів платформи. Це включає можливість визначення рівнів доступу до конфіденційної інформації та керування операціями, які користувачі можуть виконувати, забезпечуючи високий рівень безпеки та контролю над торговельним процесом.

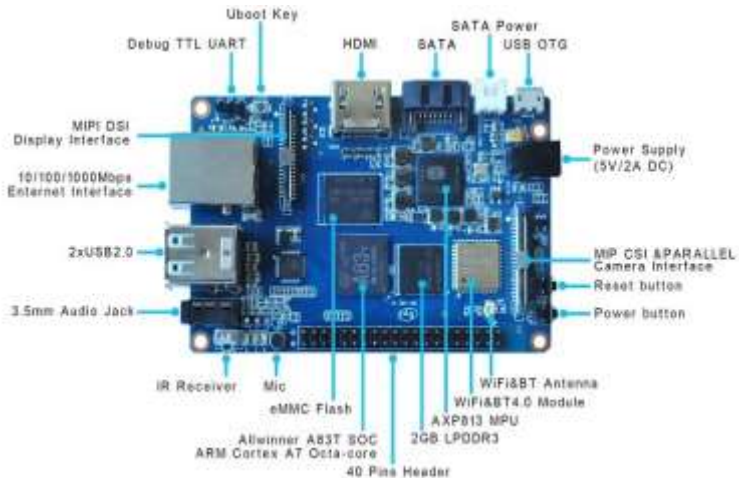


Рис.1. Зображення розпінування мікрокомп'ютера Banana Pi M3

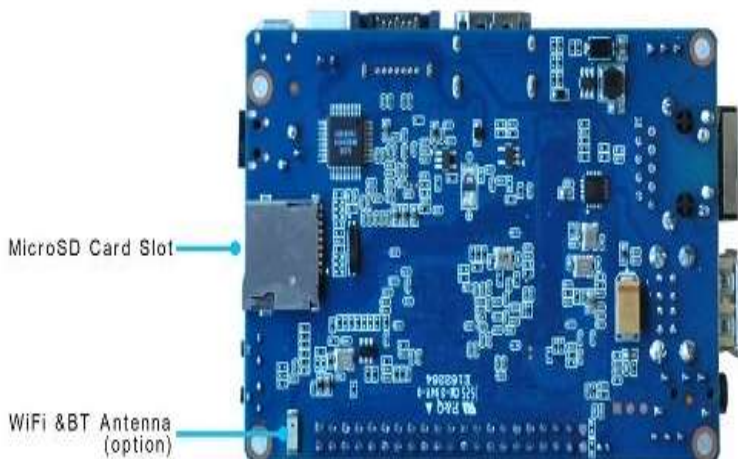


Рис.2. Зображення зворотної сторони плати мікрокомп'ютера Banana Pi M3

Додаткова перевірка особистості дозволяє покращити процеси перевірки угод на предмет їх відповідності регулятивним вимогам. Це значно підвищує швидкість і ефективність обробки транзакцій. Високий рівень захисту даних забезпечується завдяки сучасним криптографічним методам та стратегіям кібербезпеки, які захищають платформу від несанкціонованого доступу та кібератак.

Вебплатформа надає розширені інструменти для генерації звітів та аналітики, що дозволяє користувачам отримувати детальну інформацію про угоди, аудиторські сліди та історію транзакцій. Ця вебплатформа відіграє ключову роль у глобальній торгівлі, знижуючи ризики та підвищуючи довіру до ринку товарами подвійного призначення. Її розвиток і удосконалення можуть стати значним кроком уперед у створенні більш безпечного та регульованого торгового середовища.

Список використаних джерел

1. KYC verification process – 3 steps to know your customer compliance. URL: <https://shuftipro.com/blog/kyc-verification-process-3-steps-to-know-your-customer-compliance> (Last accessed: 30.04.2024).

Михайлов О. О.,
магістрант кафедри комп'ютерної інженерії,
Пузирьов С. В.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА БАЗІ LORAWAN

В сучасному світі, коли забруднення навколишнього середовища стає однією з найбільш гострих проблем, впровадження ефективних систем моніторингу стає важливим кроком у напрямку збереження природи та забезпечення розвитку як в містах так і за їх межами. Виявлення та контроль рівнів токсичних речовин у повітрі, воді та ґрунті дозволяє уникнути потенційно небезпечних ситуацій та запобігти захворюванням, пов'язаним з забрудненням довкілля. Моніторинг та аналіз даних є ключовим інструментом для розуміння впливу людської діяльності на екосистеми, що дозволяє розробляти та впроваджувати стратегії збереження природних ресурсів. Комплексне вивчення стану навколишнього середовища в межах міста або на територіях господарських підприємств, а саме збір та аналіз даних показників якості повітря, вологість ґрунту, температур тощо, дозволяє нам розробляти стратегії адаптації та зменшення впливу нашої діяльності на клімат.

Для забезпечення збору та передачі даних розумно буде використовувати технологію широкопasmового зв'язку великої дальності LoRa. Технологія LoRa, що є частиною Інтернету речей (IoT), відкриває нові горизонти для систем моніторингу, забезпечуючи низьке споживання енергії та великий радіус дії, що робить її ідеальним рішенням для збору даних про стан довкілля. У цьому контексті важливо розглянути можливості та переваги розподіленої системи моніторингу параметрів оточуючого середовища на базі технології LoRa.

Датчики, обладнані LoRa-технологією, розміщуються на різних ділянках території, що підлягає моніторингу. Це можуть бути місця з різними умовами середовища, такі як міські райони, промислові зони, лісові масиви тощо. Датчики збирають дані про різні параметри середовища (температура, вологість, рівень забруднення повітря, тощо) та передають їх у єдину мережу LoRaWAN. Дані, отримані від датчиків, агрегуються та аналізуються централізовано в спеціалізованому

обліковому центрі. Це дозволяє збирати інформацію з різних джерел та регіонів, забезпечуючи повнісний огляд стану навколишнього середовища.

Розподілена система моніторингу може бути легко розширена шляхом додавання нових датчиків або розширення зони покриття мережі LoRaWAN. Це робить систему масштабованою та гнучкою, що важливо в умовах змінюючогося оточення.

Такий підхід до моніторингу параметрів оточуючого середовища дозволяє отримувати повний та об'єктивний образ стану навколишнього середовища на макорівні, що є важливим кроком у напрямку ефективного контролю за довкіллям та забезпечення сталого розвитку.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) – це мережевий протокол, базований на технології LoRa. LoRaWAN використовує бездротове з'єднання для підключення IoT до Інтернету в глобальному масштабі або регіональних мережах. LoRaWAN орієнтований на критичні потреби Інтернету речей (IoT), такі як наскрізна безпека, мобільність, спрямований зв'язок тощо.

Технологія LoRa базується на методі модуляції з розширеним спектром, запозиченому з LFM-сигналу з розширеним спектром, скорочено CSS. LoRa спочатку була розроблена компанією Cycleo of Grenoble, але пізніше була прийнята компанією Semtech. Semtech є одним з членів-засновників LoRa Alliance [1]. Фізичний радіус дії LoRa становить приблизно 10+ кілометрів за ідеальних умов. Він підтримує наступне обладнання: SX1261, SX1262, SX1268, SX1272, SX1276 і SX1278.

Основні переваги технології LoRa:

- велика віддаль передавання сигналу порівняно з іншими бездротовими технологіями досягає 10–15 км;
- низький рівень споживання енергії в кінцевих пристроїв; висока проникна здатність радіосигналу;
- висока масштабованість мережі на великих територіях;
- відсутність необхідності отримання частотного дозволу та плати за радіочастотний спектр, внаслідок використання неліцензованих частот у діапазоні 400–900 МГц (ISM band) [2; 3];
- низька вартість обладнання.

Недоліки LoRaWAN:

- відносно низька пропускна здатність внаслідок використання низької частоти радіоканалу. Варіюється залежно від використовуваної технології передавання даних на фізичному рівні, становить від кількох сотень біт за секунду до кількох десятків кілобіт за секунду.
- затримка передавання даних від давача до кінцевого додатку,

пов'язана з часом передавання сигналу, може досягати від кількох секунд до кількох десятків секунд.

LoRaWAN має три різних класи кінцевих пристроїв для задоволення різних потреб, що відображаються в широкому спектрі застосувань:

1) клас А – найнижче енергоспоживання, двонаправлені кінцеві пристрої. Клас за замовчуванням, який повинен підтримуватися всіма кінцевими пристроями LoRaWAN, зв'язок класу А завжди ініціюється кінцевим пристроєм і є повністю асинхронним. Кожна вихідна передача може бути відправлена в будь-який час і супроводжується двома короткими низхідними вікнами, що дає можливість для двонаправленого зв'язку або команд управління мережею, якщо це необхідно. Це протокол типу ALOHA. Кінцевий пристрій може переходити в сплячий режим з низьким енергоспоживанням на час, визначений його власною програмою;

2) клас В – дозаявлені кінцеві пристрої з детермінованою затримкою низхідної лінії зв'язку. На додаток до вікон прийому, ініційованих пристроями класу А, пристрої класу В синхронізуються з мережею за допомогою періодичних маячків і відкривають низхідні «пінг-слоти» в запланований час. Це надає мережі можливість надсилати низхідний зв'язок з детермінованою затримкою, але за рахунок деякого додаткового споживання енергії кінцевим пристроєм. Затримка може бути запрограмована до 128 секунд для різних застосувань, а додаткове енергоспоживання є досить низьким, щоб залишатися дійсним для застосувань з живленням від батареї;

3) клас С – найнижча затримка, двонаправлені кінцеві пристрої. На додаток до структури класу А (висхідна лінія зв'язку з двома вікнами низхідної лінії зв'язку), клас С ще більше зменшує затримку на низхідній лінії зв'язку, тримаючи приймач кінцевого пристрою відкритим весь час, коли пристрій не здійснює передачу (напівдуплексний режим). Таким чином, мережевий сервер може ініціювати передачу даних по низхідній лінії зв'язку в будь-який час за умови, що приймач кінцевого пристрою відкритий, тому затримка відсутня. Компромісом є споживання енергії приймачем (до ~50 мВт), тому клас С підходить для застосувань, де доступне безперервне живлення.

LoRa є найбільш популярною технологією серед малопотужних глобальних мереж з великим радіусом дії в додатках IoT. Це тому, що вона має як технічні, так і економічні переваги над поширеними протоколами, такими як Wi-Fi, завдяки великому радіусу дії та економії енергії. Більше того, вартість встановлення та обслуговування інфраструктури LoRa дешевша, ніж мобільних мереж. Це тому, що

пропускна здатність LoRa нижча, ніж у них. На рис. 1 наведено порівняння бездротових технологій IoT [4].

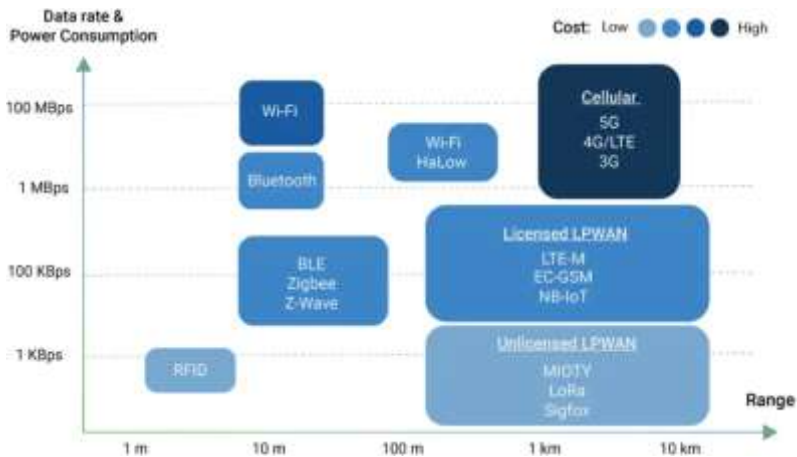


Рис.1. LoRaWAN в порівнянні з іншими бездротовими технологіями IoT

Таким чином, використання енергоефективних бездротових технологій LoRaWAN дасть можливість будувати глобальні і водночас більш прості мережі передавання даних із великою кількістю кінцевих вузлів. Основні переваги – це розширений радіус дії, тривала автономна робота і гарантоване виявлення корисного сигналу на тлі впливу завад.

Список використаних джерел

1. LoRaWAN® transforms businesses by connecting wireless IoT sensors simply and affordably. URL: <https://lora-alliance.org> (Last accessed: 29.04.2024).
2. Технологія LoRaWAN. URL: <https://deps.ua/knowledge-base-ru/spravochnaya-informatsiya/item/66633.html> (дата звернення: 29.04.2024).
3. Полоневич О. В., Ткаленко О. М., Агафонова В. І. Технічні характеристики мережі LoRaWAN. 2019. URL: <https://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/2412/2312> (дата звернення: 29.04.2024).
4. Qin J., Li Z., Wang R., Li L. Industrial Internet of Learning (IIoL): IIoT based pervasive knowledge network for LPWAN – concept, framework and case studies. 2021. DOI: 10.1007/s42486-020-00050-2 (Last accessed: 29.04.2024).

Медвінський С. В.,
аспірант кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДСЛІДКУВАННЯ НАПРЯМКУ ПОГЛЯДУ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

З розвитком технологій в авторизації користувачів комп'ютерних систем зростає застосування пристроїв, що базуються на біометричних показниках. Проте, разом з цим з'являються нові способи обходу таких систем для несанкціонованого доступу до даних.

Використання відбитків пальців стає менш популярним, а замість нього широке поширення отримують пристрої, які аналізують ключові точки обличчя та/або очей. Це стає можливим завдяки їх здатності працювати без активної участі користувача та швидкодії. Однак, навіть ці ключові точки залишаються статичними, що робить їх вразливими до підробки.

Для уникнення витоку даних та несанкціонованого доступу можна ускладнити існуючі алгоритми, використовуючи динамічні показники та аналізуючи їх у реальному часі. Це дозволить створити поведінкову модель користувача або використовувати ці показники для взаємодії з операційною системою, забезпечуючи майже безшовну авторизацію. Такий підхід також може бути корисним для моніторингу показників здоров'я, наприклад, для виявлення синдрому сухого ока чи надмірної напруги на зір під час роботи за комп'ютером.

Незважаючи на наявність різноманітних готових алгоритмів і попередніх розробок, більшість методів потокового відслідковування напрямку погляду не забезпечують задовільної ефективності для їх практичного використання у повсякденному житті. Це через те, що вони чутливі до різноманітних ускладнюючих факторів, таких як зміни в рівні освітлення, нахил голови та інші аспекти. Однак, головними вимогами до таких пристроїв є їх зручність в експлуатації та можливість автономної роботи. Проте, якщо скоригувати їх значення за допомогою додаткових датчиків, що будуть обробляти іншу вхідні параметри, то є можливість мінімізувати вірогідність похибки при вимірах.

На даний момент найпопулярнішими алгоритмами є ExCuSe (Exclusive Curve Selector), Swirski, Starburst, PDIF (Pupil Detection After Isolation and Fitting), PURE (Pupil Reconstructor) та PuReST (Pupil Reconstructor with Subsequent Tracking). Кожен з них має свої сильні та слабкі сторони, тому існує необхідність їх порівняння для відповідності поставленій задачі.

Алгоритм Swirski створений для відстеження напрямку погляду в реальному часі за допомогою методу «темної зіниці», спеціально розроблений для носимих модулів, що використовують інфрачервоне випромінювання. Цей алгоритм досить стійкий до ситуацій, коли зіниця знаходиться далеко від центру зображення або є часткові перешкоди від вій, що робить його придатним для використання з камерами, розташованими поблизу очей. Процес роботи алгоритму полягає в обчисленні початкового наближення положення зіниці, а потім уточненні цього наближення шляхом апроксимації еліпса на основі методу RANSAC.

Метод ExCuSe базується на аналізі гістограм отриманих з 8-бітних зображень шляхом нормалізації, після чого проводиться пошук піків. У разі знаходження піку, зображення перетворюється за алгоритмом Кенні, після чого відфільтровуються знайдені контури та прямі лінії. Після фільтрації припускається, що найвища точка гістограми є зінківкою.

Алгоритм Starburst, розроблений у 2005 р., поєднує в собі різні підходи та моделі для досягнення балансу між швидкістю та точністю відслідковування напрямку погляду на інфрачервоних зображеннях з темною зіницею. Він спрямований на визначення положення центру зіниці та відбиття рогівки для зв'язку з координатами на зображенні з камери, що відображає сцену перед користувачем. Алгоритм починається з визначення та видалення відображення рогівки, а потім розташовує точки зіниць за допомогою ітеративної методики на основі ознак. Еліпс підбирається до підмножини виявлених крайових точок за допомогою RANSAC, а параметри найкращої відповідності використовуються для ініціалізації локального пошуку параметрів еліпса на основі моделі.

Алгоритм PDIF, частково базуючись на Starburst, вдосконалено для підвищення надійності визначення положення зіниці. Він включає у себе покращений алгоритм пошуку відблисків та еліптичну підгонку, щоб уникнути помилкового визначення зіниці.

PURE розроблений для NIR освітлення та обмежує дійсний простір розміру зіниці, не вимагаючи при цьому емпірично визначених значень. Він використовує два припущення для цього: перше – що кут ока знаходиться в межах зображення, і друге – що кути ока охоплюють принаймні дві третини діагоналі зображення.

PuReST складається з двох з'єднаних між собою частин. Він використовує PURE для знаходження початкової позиції, коли немає достатньої інформації про положення зіниці. У протилежному випадку він обмежує простір пошуку прямокутною областю інтересу, центр якої знаходиться у центрі попередньої позиції зіниці.

За результатами роботи цих алгоритмів було виявлено, що найбільш точним з переліку виявився метод ExCuSe (рис. 1), котрий дозволяє з доволі високою вірогідністю відслідковувати напрямок погляду навіть з такими додатковими ускладненнями, як:

- велика кількість відображень від ока (що засвічує частину отриманого камерою зображення);
- погане освітлення (з додатковими ускладненнями у вигляді дуже великого кута між камерою та оком, перекриття частини зображення віями тощо) ;
- зміщені контактні лінзи;
- додаткові чорні плями;
- зіниця у куті зображення;
- та деякі інші.

Також цей метод був протестований на великій кількості зразків поза межами лабораторії та у повсякденному використанні, де довів свою надійність і обійшов свої аналоги по більшості параметрів. Цей метод є придатним для виконання існуючих задач з відслідковування напрямку погляду, особливо в умовах, де важлива точність і надійність. Проте, для реалізації на портативних пристроях можна скористатися компенсацією за допомогою камери та окремого алгоритму, що порівнює напрямок погляду з об'єктом спостереження або використовувати більш швидкий алгоритм (наприклад, starburst) у ситуаціях де отриманню результатів нічого не заважає.

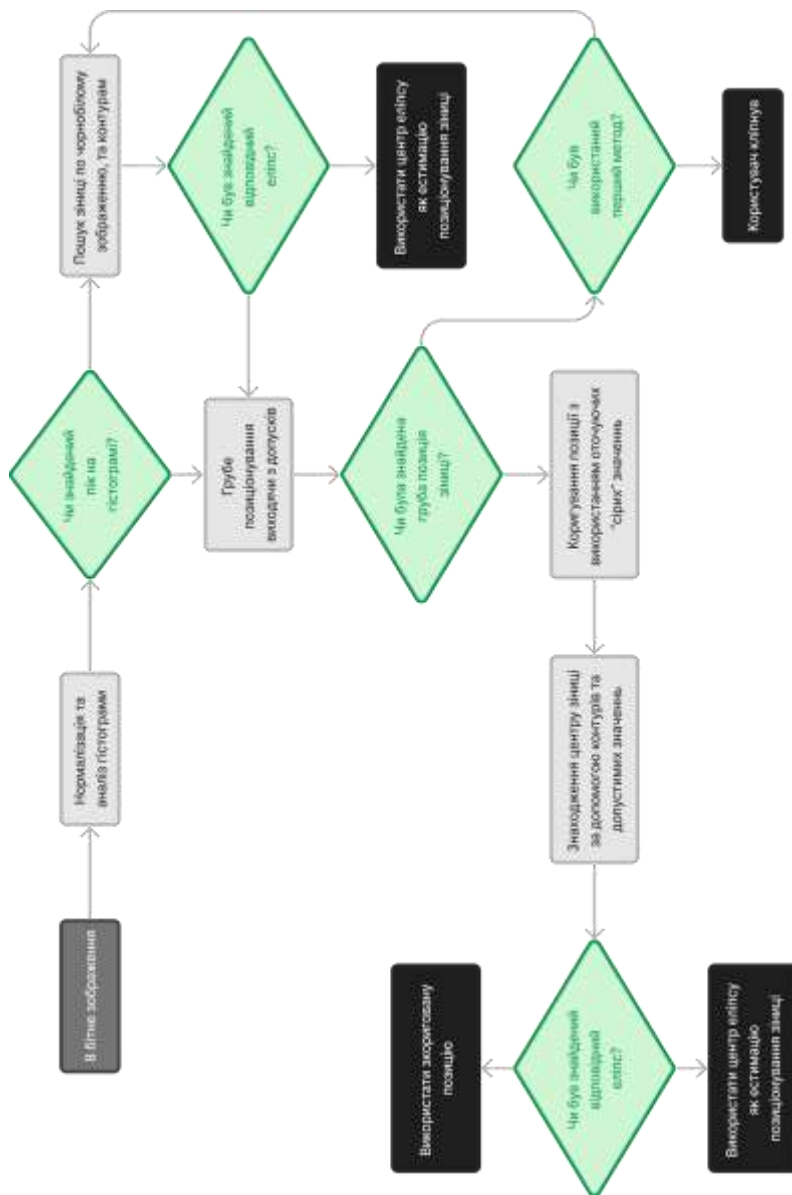


Рис.1. Послідовність дій алгоритму ExCuSe

У дослідженнях [1–3] розглядалася конструкція модулів для вирішення визначених проблем, з урахуванням потреб користувачів. Одним із перспективних варіантів було додавання гіроскопу до інфрачервоної камери, спрямованої на око (рис. 2). Проте, під час розробки виявилось, що запропоноване розташування камери не є оптимальним, особливо враховуючи габарити деяких камер для Raspberry PI, що можуть використовуватися для цього методу.

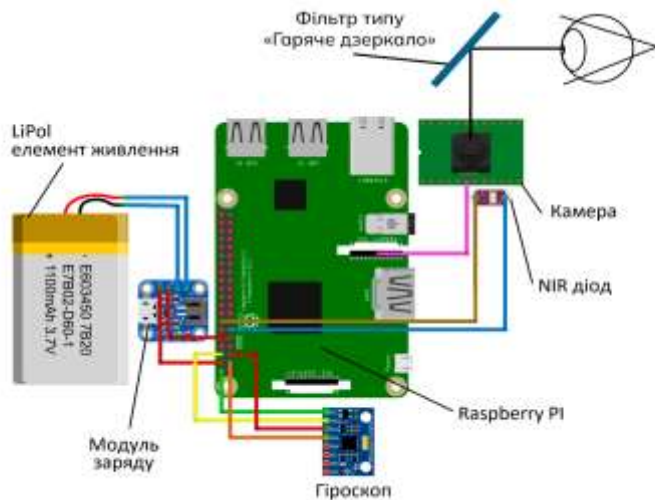


Рис.2. Схема пристрою

Для вирішення цієї проблеми було вирішено винести камеру за межі окулярів і отримувати зображення ока за допомогою «гарячого дзеркала» – інтерференційного оптичного фільтра, що відбиває інфрачервоне світло, але пропускає всі хвилі видимого спектру (див. рис. 2). Це дозволить максимально звільнити поле зору користувача від перешкод, забезпечуючи необхідний функціонал.

У випадку використання пристрою для взаємодії з персональним комп'ютером як маніпулятора, можна додати ще одну камеру з меншою роздільною здатністю, що буде відслідковувати позицію монітору. Це дозволить точніше визначати відносні розміри та викривлення дисплею для спостерігача в залежності від відстані, виходячи з отриманих параметрів. Такий підхід допоможе зменшити похибку позиціонування курсору відносно ока.

Як зразок для авторизації можна одночасно використовувати зображення рогівки або ока в цілому з сегментом обличчя, що потрапляє

у кадр. Це відкриває можливість додаткових шарів безпеки шляхом аналізу поведінки ока або обох очей в разі використання двох камер для визначення напрямку погляду, або за допомогою графічного ключа, що активується рухом очей.

Даний метод має значний потенціал для збільшення цифрової трансформації у різних сферах, де особисті дані використовуються для автентифікації у комп'ютерних системах. Крім того, спостереження за поведінкою очей може бути корисним для раннього виявлення інсульту, оскільки в цьому стані очі можуть втратити фокусування, а зіниці змінюють розмір. Іншим корисним застосуванням цього розвитку може бути виявлення синдрому «сухого ока» у випадку, коли користувач тривалий час дивиться на монітор – у цьому випадку може бути запропоновано користувачеві робити перерви для відпочинку очей. У майбутньому можливе також автоматичне закапування очей (з використанням флакону з ліками до 5 мл, який може кріпитися до окулярів) у випадку потреби. Розробка бездротових модулів для взаємодії з комп'ютерними системами також сприятиме можливості людей з обмеженими можливостями автентифікуватися та спілкуватися з комп'ютерами.

Список використаних джерел

1. Системи розпізнавання райдужної оболонки ока для контролю доступу. *Worldvision : Інтернет-магазин систем безпеки*. Опубл. 21.12.2013. URL: <https://worldvision.com.ua/articles/sistemi-raspoznavaniya-raduzhnoy-obolochki-glaza> (дата звернення: 28.03.2024).
2. Xiong J., Zhang Z., Wang C., Cen J., Wang Q., Nie J. Pupil localization algorithm based on lightweight convolutional neural network. *The Visual Computer*. 2024, Jan. P. 1–17. DOI: 10.1007/s00371-023-03222-0.
3. Fuhl W., Kübler T. C., Sippel K., Rosenstiel W., Kasneci E. ExCuSe: Robust pupil detection in real-world scenarios. *Proc. of the Intern. Conf. on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP 2015). Lecture Notes in Computer Science*. 2015. Vol. 9256. P. 39–51. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-23192-1_4.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТА РОЗРОБЦІ АЛГОРИТМІВ РОЗШИРЕНОГО ПОШУКУ ГРУП КОРИСТУВАЧІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

У наш час має тенденція використання методів комп'ютерної інженерії у нетрадиційних областях: у менеджменті, у маркетингу, в соціальних мережах та інше. Ця робота є спроба використати інструментарій комп'ютерної інженерії при моделюванні та розробці алгоритмів розширеного пошуку груп користувачів у соціальних мережах.

Соціальні мережі є одним з найкращих шляхів по обміну думками між користувачами. Тому виникає задача моделювання та розробки алгоритмів рекомендацій нових користувачів за інтересами. Такий підхід повинен покращити точність традиційних методів, оскільки необхідно враховувати соціальні інтереси, довіру між користувачами та інші відомості про них як додаткові дані. Різні алгоритми, що працюють з соціальними мережами, по-різному обробляють доступну інформацію і передають її в рекомендаційну систему.

Дослідження показали, що виходячи з результатів моделювання та проведення випробувань методів DSSTNE, AffinityPropagation та DBSCAN на тестових та реальних датасетах, метод DBSCAN дає кращі результати для вирішення поставленої задачі. Дивлячись на такий параметр, як коефіцієнт силуета, що оцінює якість кластеризації, то даний метод також випереджає інші [1; 2].

Не зважаючи на те, що для різних наборів даних підходять різні методи обробки та фільтрації, можна сказати, що саме метод DBSCAN найкраще підходить для роботи з даними, що були отримані при зборі даних у соціальних мережах. Така особливість зумовлена тим, що ці дані частіше всього детерміновані та передбачувані, а отже і краще піддаються обробці.

Крім того, результатом дослідження алгоритмів кластеризації та рекомендаційних систем, є комплексний підхід на основі – алгоритму DBSCAN та коефіцієнту Пірсона. Така комбінація призвела до того, що релевантність результатів рекомендацій відносно більша та

достовірніша на відміну від інших розглянутих методів. Такий результат досягається тим, що для постобробки, після алгоритму DBSCAN застосовується коефіцієнт кореляції Пірсона, який приймає у якості вхідних параметрів, вихідні дані алгоритму DBSCAN.

Слід відмітити, що важну роль відіграє те, на яких технологіях може бути реалізовано цей метод. З цього можна зробити висновок, що інформаційна система, яка буде на ній побудована, матиме певні переваги, а саме – більш стійку рекомендацію цільових груп користувачів у реальному часі. Зважаючи на це, можна спробувати реалізувати та інтегрувати цей підхід до існуючої інформаційної системи. Не зважаючи на швидкий ріст технологій, даний підхід можна застосовувати у різних сферах.

Відомо, що традиційні підходи до створення рекомендаційних систем (фільтрація на основі змісту та колаборативної фільтрації) добре підходять для рекомендацій щодо якості та цікавості таких продуктів наприклад, книги, фільми чи новини. Однак, особливо в контексті товарів таких, як автомобілі, комп'ютери, квартири чи фінансові послуги не найкращий вибір. Наприклад, квартири не купують дуже часто, що робить їх не досить «привабливим товаром» для збору численних рейтингів для одного конкретного екземпляру (саме такі рейтинги потрібні колаборативним алгоритмам рекомендацій). Крім того, користувачі, які потребують рекомендацій, не будуть згодні з рекомендаціями, спираючись на багаторічні переваги предметів – користувачам потрібні рекомендації, що можна отримати на основі даних, зібраних у режимі реального часу, такі, як рекомендації друзів, отримані на основі їх спільних інтересів та перевагах. Такі дані мають властивість часто змінюватись, що передбачає створення технологій для їх відстеження та обробки.

Подальший розвиток технологій рекомендацій, на базі machine learning, допомагають вирішити ці проблеми, експлуатуючи явні вимоги користувача та глибокі знання про основні сфери зайнятості окремої людини, для розрахунку рекомендацій.

Можливості збору даних, які надає мережа Інтернет, істотно спростили використання "думки більшості" за допомогою колаборативної фільтрації. З іншого боку, доступність великої кількості даних ускладнює реалізацією цієї можливості. Наприклад, моделювання поведінки деяких користувачів може бути досить точним, але інші користувачі можуть виявляти нетипову поведінку, не розкриваючи свої інтереси публічно. Присутність таких користувачів може спотворити результати рекомендаційної системи і знизити її ефективність. Крім того, користувачі можуть зловживати рекомен-

даційною системою, намагаючись сприяти одному продукту за шкоду іншому, наприклад, шляхом позитивних відгуків про один продукт та негативних відгуків про його конкурентів. Якщо рекомендаційна система хоче бути ефективною, вона повинна вміти вирішувати ці проблеми та розрізняти наміри користувачів за рахунок додаткового збору даних.

Крім того є ще одна проблема, яка виникає у великих рекомендаційних системах, пов'язана вона з масштабованістю. Традиційні алгоритми можуть працювати добре з невеликими обсягами даних у реальному часі, але збільшення розміру наборів даних може стати викликом для досягнення того самого рівня якості результатів за допомогою звичайних алгоритмів. Для офлайнової обробки це може не бути великою проблемою, але для сценаріїв реального часу потрібні більш спеціалізовані підходи.

Таким чином, використання інструментарію комп'ютерної інженерії, а саме методів збору та обробки даних та їх фільтрації, а також machine learning, дає можливість використовувати широке коло методів з інших областей. Так, як комп'ютерне програмування не обмежується використанням однієї мови або середовища розробки, так галузь machine learning не пов'язана з яким-небудь одним інструментом або набором інструментів.

Список використаних джерел

1. Chung K. Generating recommendations at Amazon scale with Apache Spark and Amazon DSSTNE. *AWS Big Data Blog*. Publ. 09 Jul., 2016. URL: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/big-data/generating-recommendations-at-amazon-scale-with-apache-spark-and-amazon-dsstne/> (Last accessed: 28.04.2024).
2. Шевченко С. М., Жданова Ю. Д., Шевцова Т. І. Застосування кластерного аналізу для просування бізнесу у соціальних мережах. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2023. № 4(87). С. 271–281. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2023.4.32.

Онацький В. В.,
аспірант кафедри комп'ютерної інженерії,
Савінов В. Ю.,
канд. техн. наук, доцент
кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИРІШЕННЯ СПАДКОЄМНОСТІ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СМАРТ-КОНТРАКТУ

У традиційних системах вирішення спадкоємності процес передачі майна та прав наслідування часто потребує значних зусиль, часу та ресурсів. Крім того, існує ризик людських помилок, впливу третіх осіб та недостатньої прозорості у процесі розподілу спадкоємності. У контексті децентралізованих комп'ютерних систем існує потреба у розробці ефективного та безпечного методу автоматизованого вирішення спадкоємності.

В сучасному цифровому світі технології блокчейну стають все більш важливим інструментом для розв'язання складних проблем. Однією з таких проблем є спадкоємність – процес передачі майна від померлого до спадкоємців. Традиційно цей процес може бути складним, дорогим і часом затратним через необхідність участі різних інтересів, виконання формальних процедур тощо.

Розглянемо приклад. Є батько, який на своєму власному шляху розвитку має криптографічний гаманець, що містить у собі певну кількість цифрових активів. Він, як батько, свідомо розуміє цінність та важливість майна, яке він накопичив, та має бажання передати його нащадкам у разі, якщо виникнуть непередбачені обставини, такі як його власна смерть. Проте син, ще молодий і нездатний самостійно керувати такими активами, не може бути безпосереднім одержувачем спадщини, але батько все ж бажає забезпечити, щоб активи були доступні синові у випадку будь-яких непередбачуваних обставин, навіть якщо він сам вже не буде з ним.

З виникненням смарт-контрактів відкривається новий шлях вирішення спадкоємності – шлях, який може бути ефективним, прозорим і економічно доцільним. Смарт-контракти, як програмні коди, які працюють на блокчейні, дозволяють автоматизувати і виконувати угоди без посередництва третьої сторони. У випадку передачі прав власності, смарт-контракти можуть бути використані для автоматизації

процесу передачі майна від покійного до спадкоємців відповідно до встановлених правил і умов. Вирішити цю проблему пропонується за допомогою смарт-контракту **SeedTransferContract**.

Смарт-контракти пропонують новий підхід до управління спадковим майном, який базується на принципах децентралізації і прозорості. Їхнє використання дозволяє створювати довіру між учасниками процесу спадкоємності за допомогою криптографії та розподіленої природи блокчейну.

Переваги використання смарт-контрактів у справі спадкоємності очевидні:

- **прозорість та недоторканість**: Один з основних принципів блокчейну – це прозорість. Інформація, збережена в блокчейні, є публічною і не може бути змінена або видалена. Це означає, що усі учасники процесу спадкоємності можуть бачити всі транзакції та умови, зазначені у смарт-контракті, що забезпечує високий рівень довіри і недоторканості;

- **автоматизація виконання умов**: Смарт-контракти можуть автоматично самовиконуватися, встановлені в них, якщо всі необхідні умови виконані. Наприклад, вони можуть автоматично розподілити майно між спадкоємцями у випадку смерті власника;

- **вартість та час**: Використання смарт-контрактів може значно зменшити витрати і час, пов'язаний з процесом спадкоємності. Оскільки вони працюють без посередників, витрати на їх використання можуть бути набагато меншими;

- **універсальність**: Смарт-контракти можуть бути легко адаптовані до різних випадків спадкоємності та різних юрисдикцій, оскільки умови можуть бути програмовані з урахуванням конкретних потреб і правил.

Однією з основних переваг смарт-контрактів є їхня незмінність та автоматичність виконання умов. Коли умови спадкоємства встановлені в смарт-контракті, вони залишаються незмінними і виконуються автоматично під час відповідних подій, таких як смерть спадкоємця. Це дозволяє уникнути спорів і непорозумінь між спадкоємцями та забезпечує розподіл майна відповідно до встановлених правил.

Крім того, смарт-контракти забезпечують прозорість управління спадковим майном. Усі транзакції та умови, встановлені в контракті, є публічно доступними і перевіряємими, що дозволяє всім учасникам бачити процес і впевнитися в його справедливості.

Смарт-контракт **SeedTransferContract** дозволяє власнику передавати «насіння» (англ. seed) отримувачу за допомогою криптографічного шифрування, забезпечуючи безпеку та прозорість у процесі передачі (рис.1).

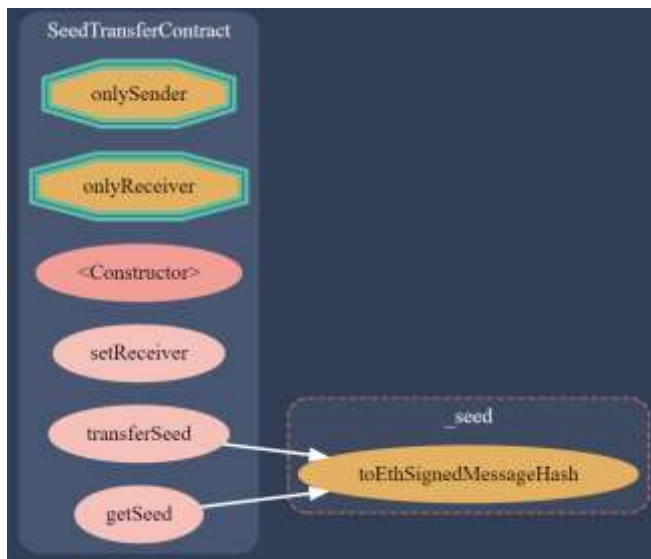


Рис.1. UML-діаграма компонентів смарт-контракту *SeedTransferContract*

Застосування смарт-контрактів у питаннях спадкоємності може значно полегшити процеси передачі майна та уникнути потенційних конфліктів між спадкоємцями.

Смарт-контракти відкривають нові можливості для ефективного управління спадковим майном. Вони забезпечують прозорість, автоматизацію та економічність, що робить їх привабливим інструментом для спадкоємності в сучасному цифровому світі.

Список використаних джерел

1. Що таке смарт-контракти і які принципи їх роботи? URL: <https://lexinform.com.ua/yuridychna-praktyka/shho-take-smart-kontrakty-i-yaki-pryntsyru-yih-roboty/> (дата звернення: 29.04.2024).
2. Блокчейн і децентралізовані системи : навч. посібник для студ. закладів вищ. освіти : в 3 частинах. Ч. 1 / П. Кравченко, Б. Скрябін, О. Дубіна. Харків : ПРОМАРТ, 2019. 452 с.
3. Таненбаум Е., Стин М. Розподілені системи. Харків : ДМК Прес, 2020. 584 с.
4. Specification for Secure Hash Standard. *Federal Information Processing Standards Publication 180-4*. 2012 URL: <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips180-4/fips-180-4.pdf> (Last accessed: 29.04.2024).

Петіков В. В.,
студент 4-го курсу факультету комп'ютерних наук,
Салтовський Б. Г.,
старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ІНТЕРАКТИВНЕ ТАБЛО НА АДРЕСНИХ СВІТЛОДІОДАХ

Для оснащення захисних сховищ пропонується пристрій-інформер який за допомогою інформаційного табло та звукових сигналів повідомляє наступну інформацію:

- 1) початок тривоги;
- 2) тип тривоги;
- 3) закінчення тривоги.

Інформація про наявність або відсутність тривоги береться за допомогою Wi-Fi під'єднання до мережі інтернет через стандартний API повідомлень про тривоги [1].

Зараз через API можна отримати повідомлення про наступні види тривог:

- 1) повітряна тривога;
- 2) загроза артилерії;
- 3) хімічна тривога;
- 4) радіаційна небезпека;
- 5) вуличні бої.

Технічна реалізація будується на наступних компонентах:

- 1) плата ESP32 development board (рис. 1) [2];



Рис.1. Плата ESP32 development board

2) п'ять адресних світлодіодів WS2812 (рис. 2);



Рис.2. Адресний світлодіод WS2812

3) звукова плата MAX98357 з динаміком (рис. 3) [3];

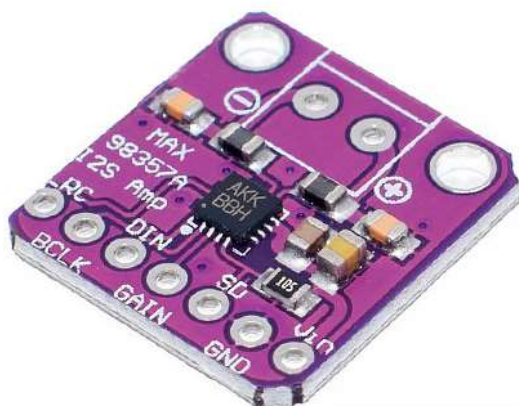


Рис.3. Звукова плата MAX98357

4) блок живлення 5 вольт 1 ампер.

Алгоритм роботи пристрою наступний: після отримання інформації про тривогу лунає сигнал та загоряється адресний світлодіод червоним кольором відповідно типу тривоги. В разі відміни – звучить сигнал відміни тривоги та колір світлодіоду змінюється на зелений. Після однієї хвилини по закінченню тривоги світлодіод гасне.

Дане рішення дозволить створювати недорогі пристрої для інформування громадян у сховищах про тип та наявність небезпек.

Список використаних джерел

1. Мапа тривоги України. Карта повітряних тривог України. URL: <https://alerts.in.ua/> (дата звернення: 25.04.2024).
2. Espressif ESP32 Development Board - Developer Edition. Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits. URL: <https://www.adafruit.com/product/3269> (Last accessed: 24.04.2024).
3. Lady Ada. Adafruit MAX98357 I2S Class-D Mono Amp. Adafruit Learning System. URL: <https://learn.adafruit.com/adafruit-max98357-i2s-class-d-mono-amp/overview> (Last accessed: 01.05.2024).

УДК 004.58

Ремінна В. А.,
магістрантка
кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

РОЗУМНА ТРОСТИНА ДЛЯ СЛІПИХ

Ця робота присвячена розробці розумної тростини для сліпих людей. Головною метою проекту є створення пристрою, який допоможе сліпим людям безпечно рухатися в навколишньому середовищі та уникати перешкод.

Розумна тростина включає в себе датчики відстані, які вимірюють відстань до перешкод та інформують користувача за допомогою звукового сигналу та вібрації. Для розробки розумної тростини було використано мікроконтролер Arduino Nano R3, датчик відстані HC-SR04, вібромотор Prestigio MultiPhone 5453, активний п'єзодинамік (buzzer).

Програмний код був написаний на мові програмування Arduino.

В процесі написання роботи також було досліджено вже існуючі аналоги та їх порівняння. На основі отриманої інформації було виділено кілька проблем, таких як вартість та недостатній розвиток інфраструктури для їх використання. В подальшому, цю інформацію буде використано, для покращення пристрою.

Також дослідивши цю тему, було детально розписані умови до самої тростини та її обладнання.

Згодом було здійснено вибір елементів та порівняння самого обладнання. На основі основних характеристик, таких як: діапазон вимірювання, точність, інтерфейс зв'язку, швидкість вимірювання,

напруга живлення, розміри, тощо, було підібране підходяще обладнання. Блок-схема, на якій зображено принцип роботи тростини, представлена нижче:

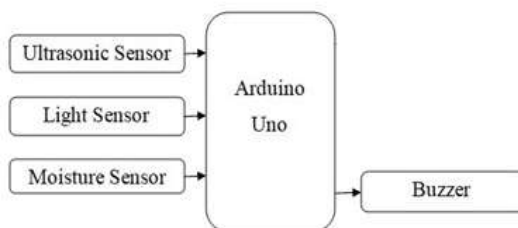


Рис.1. Блок-схема принципу роботи розумної тростини

Схема підключення виглядає наступним чином:

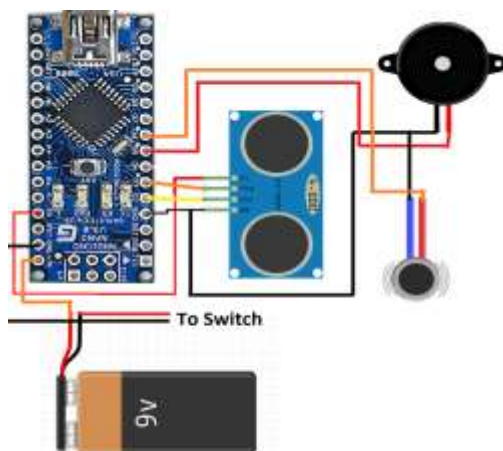


Рис.2. Схема підключення пристрою

В подальшому планується зміна обладнання для отримання кращого результату та можливе застосування цілого масиву датчиків. Також планується реалізація частини з GPS-трекінгом.

Основний принцип роботи полягає в тому, що розумна тростина має вбудований GPS-приймач, який отримує сигнали від супутників і розраховує точне місцезнаходження. За допомогою спеціального програмного забезпечення на смартфоні або іншому пристрої, користувач може отримувати інформацію про своє місцезнаходження.

Раніше був описаний принцип роботи самого трекінгу, але цю частину планується реалізувати у подальшому.

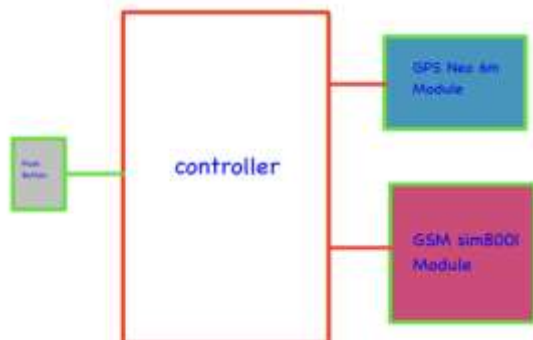


Рис.3. Діаграма GPS-трекінгу

Розумна тростина для сліпих – це інноваційний пристрій, спеціально розроблений для полегшення життя та покращення мобільності людей з вадами зору. Вона поєднує в собі традиційну функцію тростини з сучасними технологіями, що дозволяють користувачу отримувати інформацію про навколишнє середовище та навігаційні підказки.

Розумна тростина зазвичай оснащена різноманітними сенсорами, які допомагають виявляти перешкоди та перепади рівня. Вона може мати вбудовану технологію GPS, що дозволяє визначати місцезнаходження користувача та спрямовувати його по потрібному маршруту. Деякі моделі розумних тростин також використовують звукові сигнали або голосове відтворення, щоб інформувати користувача про навколишні об'єкти або перешкоди.

Список використаних джерел

1. Толбатов В. А. Прилад для орієнтування сліпих на місцевості : thesis. 2011. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/10430> (дата звернення: 30.04.2024).
2. MWC 2021: смарт-тростина, що підключається до смартфона. URL: <https://www.vodafone.ua/shop/ua/blog/mwc-2021-smart-trost-podkljuchaemaja-k-smartfonu.html> (дата звернення: 30.04.2024).
3. Момот М. Мобільні роботи на базі Arduino. 2018. URL: <https://monster-book.com/reader/28803> (дата звернення: 30.04.2024).
4. Husin M. H., Lim Y. K. InWalker: smart white cane for the blind. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. 2019. Vol. 15, no. 6. P. 701–707. URL: <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1615999> (Last accessed: 30.04.2024).

Семенов В. В.,
викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СУЧАСНІ САПР ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

На сучасному ринку найбільш популярними для проектування друкованих плат (ДП) є системи автоматизованого проектування (САПР) Altium Designer, Orcad PCB Designer та Mentor Graphics Expedition. Для ефективного використання доцільно проаналізувати їхні функціональні можливості, сильні та слабкі сторони, а також спрогнозувати перспективи розвитку в майбутньому.

Сучасний світ електроніки динамічно розвивається, а разом з ним і складність друкованих плат (ДП), які лежать в основі безлічі пристроїв, що оточують нас. Від смартфонів та планшетів до медичного обладнання та аерокосмічних систем – ДП відіграють життєво важливу роль у функціонуванні цих складних пристроїв.

Ефективне проектування ДП потребує потужних інструментів, які допомагають інженерам впоратися з усіма етапами розробки – від створення схеми до випуску виробничої документації. Саме тут на допомогу приходять САПР.

Altium Designer:

Altium Designer – це інтегроване середовище для проектування електроніки, що охоплює всі етапи розробки ДП, від створення схеми до випуску виробничої документації.



Переваги: потужний функціонал для складних проєктів, широкий спектр інструментів для аналізу та верифікації, гнучкість налаштування та розширення, зручний інтерфейс користувача.

Недоліки: висока вартість ліцензії, складність освоєння для початківців, необхідність потужного комп'ютера.

Orcad PCB Designer:

Orcad PCB Designer – це САПР, що фокусується на проектуванні та трасуванні ДП.



Переваги: доступна ціна, простота використання, автоматизація рутинних завдань, ефективні інструменти для аналізу та оптимізації.

Недоліки: обмежений функціонал для складних проєктів, менш гнучкий, порівняно з Altium Designer, немає інтеграції з іншими етапами розробки.

Mentor Graphics Expedition:

Mentor Graphics Expedition – це потужний САПР для проєктування ДП, що використовується в професійних сферах.



Переваги: Широкий спектр інструментів для складних проєктів, висока продуктивність та масштабованість, підтримка багатокористувацької роботи, інтеграція з інструментами аналізу та верифікації.

Недоліки: дуже висока вартість ліцензії, складність освоєння, високі вимоги до апаратного забезпечення.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз сучасних САПР ДП

Функція	Altium Designer	Orcad PCB Designer	Mentor Graphics Expedition
Цільова аудиторія	Досвідчені інженери, складні проєкти	Початківці та досвідчені інженери, середні проєкти	Професіонали, складні проєкти
Ціна	Висока	Доступна	Дуже висока
Навчання	Складне	Просте	Складне
Сильні сторони	Широкий функціонал, інтеграція, потужні інструменти	Простота використання, доступність, автоматизація	Продуктивність, масштабованість, інтеграція
Слабкі сторони	Висока вартість, складність освоєння	Обмежений функціонал для складних проєктів	Дуже висока вартість, складність освоєння
Підходящі проєкти	Багатошарові ДП, високочастотні ДП, FPGA, мікропроцесори	Невеликі та середні ДП, споживча електроніка	Авіаційна та космічна техніка, телекомунікації, медичні пристрої

Всі три САПР постійно вдосконалюються, пропонуючи нові функції та можливості.

Altium Designer ймовірно збереже лідерство в інтегрованих середовищах для складних проєктів.

Orcad PCB Designer може стати більш популярним завдяки доступності та простоті використання.

Mentor Graphics Expedition ймовірно збереже позиції в професійних сферах, де потрібна максимальна продуктивність та масштабованість.

Altium Designer підходить для досвідчених інженерів, які працюють над складними проєктами, де потрібна інтеграція та широкий спектр інструментів.

Orcad PCB Designer – це хороший вибір для початківців та інженерів, що працюють над нескладними та середніми проєктами. Він також може бути цікавим для невеликих компаній завдяки своїй доступності.

Mentor Graphics Expedition – потужний інструмент для професіоналів, що працюють над критично важливими проєктами в аерокосмічній, телекомунікаційній та медичній сферах.

Список використаних джерел

1. Cohen P. Concepts and terminology used in Printed Circuit Boards (PCB), *Electrosoft Engineering*. May 25, 2013.
2. Altium Designer. URL: <https://www.altium.com/> (Last accessed: 30.04.2024).
3. Orcad PCB Designer. URL: <https://www.orcad.com/orcad-pcb-designer> (Last accessed: 30.04.2024).
4. Mentor Graphics Expedition. URL: <https://eda.sw.siemens.com/en-US/pcb/xpedition-enterprise/> (Last accessed: 30.04.2024).

УДК 004.021

Старченко В. В.,

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

СИСТЕМА ВІДЕОМОНІТОРИНГУ З НИЗЬКИМ СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО МОДУЛЯ DFROBOT FIREBEETLE

Зважаючи на зростаючу потребу в системах відеоспостереження для забезпечення безпеки та контролю в різних сферах життя, таких як

приватні володіння, офіси, промислові об'єкти, все більш актуальною стає розробка доступних, гнучких та енергоефективних рішень. Так, за даними MarketsandMarkets, світовий ринок систем відеоспостереження у 2021 р. оцінювався в 44,7 млрд доларів США [1]. За прогнозами IDC, до 2025 р. витрати на системи відеоспостереження у всьому світі досягнуть 52,4 млрд доларів США [2]. Згідно з прогнозами Allied Market Research, світовий ринок систем відеоспостереження до 2028 р. досягне 73,62 млрд доларів США, з річним темпом зростання 11,1 % протягом прогнозованого періоду [3]. Відповідно до фінансового звіту фірми Hikvision, ринок відеоспостереження в Азії та Тихому океані у 2023 р. сягнув 28,3 млрд доларів США, що робить його найбільшим регіональним ринком [4]. Ці дані свідчать про те, що ринок систем відеоспостереження швидко зростає і ця тенденція, ймовірно, збережеться протягом найближчих років.

На ринку представлена велика кількість рішень для відеоспостереження, які можна класифікувати за різними критеріями, такими як:

- тип камери: аналогові, IP-камери, PTZ-камери, бездротові камери;
- тип запису: локальний запис, хмарний запис, запис на карту пам'яті;
- функціональні можливості: детектор руху, розпізнавання облич, нічне бачення, аналітика даних;
- ціна: бюджетні, середні, преміум-класу.

Метою проекту було створення апаратно-програмного комплексу відеоспостереження на базі DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera, який має ряд переваг перед наявними рішеннями. А саме:

- компактність: система має компактні розміри, що робить її ідеальною для використання в обмеженому просторі;
- мобільність: систему можна легко переміщувати з одного місця в інше;
- простота установки: система проста в налаштуванні та використанні;
- доступна ціна: система значно дешевша, ніж багато інших рішень для відеоспостереження;
- відкритість: система ґрунтується на відкритому програмному забезпеченні, що дозволяє користувачам самотужки розширювати її функціональність;
- економічність: система споживає значно менше електроенергії ніж наявні аналоги.

Мікропроцесорний модуль DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3

N16R8 with Camera має такі характеристики:

- мікроконтролер ESP32-S3-WROOM-1-N16R8, має 2 ядра Xtensa LX7, 512 кбайт оперативної пам'яті, 16 Мбайт флеш-пам'яті, 8 Мбайт PSRAM та 16 кбайт RTC SRAM, нейронний прискорювач для обчислень за допомогою нейронних мереж та цифрової обробки сигналів. Ядра процесора працюють на частоті 240 МГц;
- камера OV2640 має двомегапіксельний сенсор з роздільною здатністю до 1600×1200 та полем зору 68° ;
- серед інших функцій: інтерфейс GDI для підключення дисплея, менеджер живлення для зарядки Li-Ion акумулятора, Wi-Fi та Bluetooth 5 (LE) з підтримкою Bluetooth Mesh та Espressif WiFi Mesh, 26 GPIO-контактів, 12-бітний 20 канальний аналого-цифровий конвертер та апаратна реалізація протоколів SPI, I2C, UART, PWM.

Загальний вигляд мікропроцесорного модуля наведено на рис. 1.

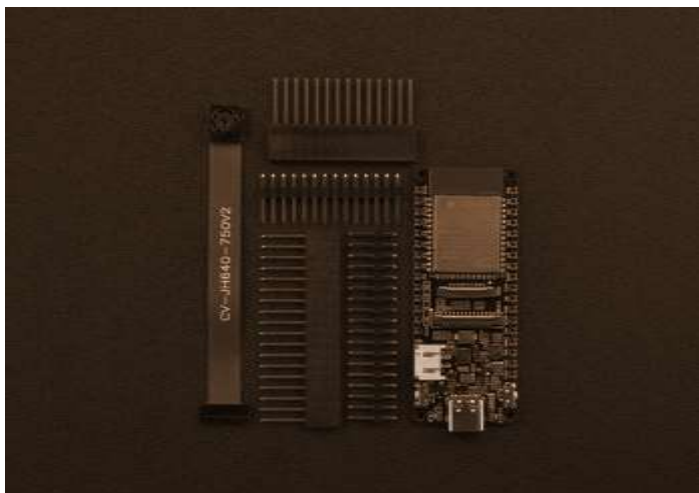


Рис.1. Модуль DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera

Велика потужність центрального процесора та багате оснащення мікропроцесорного модуля надають змогу реалізувати наступні функції:

- потокове відео;
- запис зображень;
- запис відео;
- детектор руху;
- система розпізнавання.

Узагальнена структурна схема системи відеомоніторингу, яка побудована на базі модулю DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera, наведена на рис. 2.

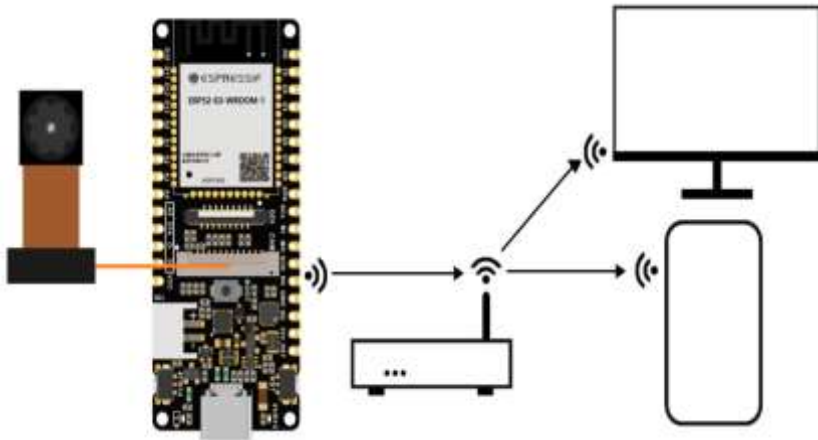


Рис.2. Структурна схема системи відеомоніторингу на базі модуля DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera

Центром системи відеомоніторингу виступає WiFi-роутер, до якого за прикладними протоколами на базі TCP/IP під'єднуються один або декілька модулів відеомоніторингу на базі DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera та пристроїв відображення, у ролі яких можуть виступати мобільні пристрої під керуванням ОС Android або ПК під керуванням ОС Windows чи ОС Linux. Для керування модулями відеоспостереження в умовах ізольованої локальної мережі використовується протокол HTTP, в умовах загальнодоступної мережі можливо також використання протоколу HTTPS. Для передачі статичних зображень передбачено використання протоколу FTP. Потокowe відео передається за протоколом RTSP.

Програмне забезпечення системи моніторингу складається з двох компонентів: коду прошивки мікроконтролеру ESP32-S3-WROOM-1-N16R8 та клієнтського програмного забезпечення для пристроїв відображення.

Циклограма роботи модуля відеомоніторингу на базі DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera наведена на рис. 3.



Рис.3. Циклограма роботи модуля DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera

Під час увімкнення та ініціалізації модуль вмикається та ініціалізує свої компоненти, такі як датчик зображення, процесор та периферійні компоненти. Налаштовуються параметри камери, такі як яскравість, контрастність та баланс білого. Потім відбувається захоплення зображення: датчик зображення захоплює зображення сцени, зображення перетворюється з аналогового сигналу в цифровий. Далі відбувається обробка зображення: цифрове зображення обробляється процесором модуля. На цьому етапі виконуються такі операції, як шумозниження, стиснення та корекція кольору. Для виявлення руху виконується порівняння отриманого зображення з попереднім. Якщо рух виявлено, система передає зображення мережею. В залежності від

налаштування системи, на цьому етапі може бути згенероване додаткове попередження для кінцевого користувача. Якщо рух не виявлено, то система переходить у режим захоплення наступного зображення. При цьому поточне зображення мережею не передається. Це дозволяє суттєво зекономити електроенергію та зменшити мережевий трафік.

До функцій клієнтського програмного забезпечення для пристроїв відображення можна віднести приймання та декодування зображень, тимчасовий запис чи архівування зображень, відображення та аналіз зображень, а також віддалене управління модулями спостереження. Додатковими функціями клієнтського програмного забезпечення є функції розпізнавання: облич, рухомих об'єктів, видів руху.

Модуль DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera має три режими енергоспоживання, які дозволяють оптимізувати його роботу під різні завдання та балансувати між споживанням енергії та функціональністю:

- активний режим. В цьому режимі працюють всі компоненти модуля. Він використовується для звичайної роботи під час отримання та первинної обробки зображень, коли потрібна максимальна продуктивність. Споживання енергії в цьому режимі найбільше;

- режим легкого сну. В цьому режимі відключаються деякі периферійні пристрої, більшість оперативної пам'яті та знижується тактова частота процесорів. При цьому внутрішні стани модуля зберігаються. Це дозволяє швидко повернутися до роботи після пробудження. Режим легкого сну використовується в проміжках часу між одержанням зображень;

- режим глибокого сну. В цьому режимі відключаються всі периферійні пристрої, оперативна пам'ять та більшість компонентів модуля. Цей режим забезпечує найнижче споживання енергії та підходить для задач, де довгий час очікування не критичний. Оскільки при цьому втрачається весь внутрішній стан модуля, то цей режим вирішено не використовувати.

Тестування розробленого пристрою відбувалося у різних умовах освітлення та на різних відстанях від Wi-Fi-точок доступу, як в постійному активному режимі, так і в режимі з періодами легкого сну. Крім того було перевірено різні режими передачі статичних зображень та потокового відео. Найбільша економія електроенергії була досягнута в режимі автономного моніторингу руху з одnoseкундними інтервалами легкого сну.

Апаратно-програмні комплекс на базі мікроконтролера DFRobot FireBeetle 2 Board ESP32-S3 N16R8 with Camera є доступним та гнучким рішенням для відеоспостереження, яке ідеально підходить, як для

домашнього використання, так і для невеликого бізнесу. Компактність, мобільність, економічність, простота установки та доступна ціна роблять його дуже привабливим вибором.

Подальше вдосконалення системи буде полягати у реалізації додаткового функціоналу клієнтського програмного забезпечення, такого, як функції розпізнавання: облич, рухомих об'єктів, видів руху.

Список використаних джерел

1. MarketsandMarkets. Video Surveillance Market Size, Forecast and Industry Trends 2030. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/video-surveillance-market-645.html>

2. IDC. Video Surveillance and Artificial Intelligence Video Analytics. URL: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P39911

3. Allied Market Research. Video Surveillance Market Size, Share, Competitive Landscape and Trend Analysis Report by Component, by Enterprise Size, by System Type, by Customer Type, by Application : Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2023-2032. URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/Video-Surveillance-market>

4. Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd. 2023 3rd Quarter Report. URL: <https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/en/investor-relations/annual-quarterly-reports/2023/3Q2023-Financial-Report.PDF>

УДК 004.5:33

Стрельбицький А. А.,
магістрант,

Журавська І. М.,

д-р техн. наук, професор,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

РОЗВИТОК СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ З ІНДУСТРІЄЮ 4.0 ТА ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ

Індустрія 4.0 є домінуючою тенденцією «Четвертої промислової революції» і відбувається на наших очах.

Зараз ми живемо в епоху завершення третьої цифрової революції, що почалася в другій половині минулого століття. Характеризується розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизацією та роботизацією виробничих процесів.

Індустрія 4.0 характеризується повністю автоматизованим виробництвом, де всі процеси управляються в режимі реального часу та

враховують мінливі зовнішні умови. Кіберфізичні системи створюють віртуальні копії об'єктів у фізичному світі, контролюють фізичні процеси та приймають децентралізовані рішення. Вони можуть інтегруватися, взаємодіяти в реальному часі, самоналаштовуватися та самонавчатися. Важливу роль відіграють Інтернет-технології, які забезпечують зв'язок між людьми та машинами. Компанія виробляє продукцію відповідно до вимог індивідуальних замовників та оптимізує витрати на виробництво.

Сьогодні більшість виробників впроваджують технології Industry 4.0 для оптимізації бізнес-процесів, для впровадження нових бізнес-моделей тощо. Враховуючи вищезазначену ситуацію та величезні масштаби ринку Індустрії 4.0, її розвиток є одним із стратегічних завдань українських підприємств та уряду, а цифровізація має бути використана для досягнення прориву від оригінальної економіки до Індустрії 4.0 (рис.1). Розумні галузі, розумні підприємства, розумні міста, розумні речі. Цей прогрес стане можливим із розвитком ключових компонентів Індустрії 4.0, таких як Інтернет речей (IoT).



Рис.1. Зв'язок між діджиталізацією, Інтернетом речей та Індустрією 4.0

Автоматизовані процеси відіграють важливу роль в успішній роботі бізнесу. По-перше, вони часто автоматизують рутинні процеси, які можна описати простими алгоритмами дій: які параметри потрібно перевіряти, куди передавати результати, куди перевіряти граничні відхилення, що робити, коли відбувається конкретна подія.

Щоб дистанційно зчитувати будь-який індикатор і передавати цю інформацію, необхідно забезпечити канал зв'язку між пристроями, щоб допомогти їм «розмовляти» один з одним. Раніше такі канали були

можливі лише через дротове з'єднання, але завдяки прогресу стільникового зв'язку та технологій це було замінено бездротовою передачею даних. Все це дає можливість проводити дистанційні вимірювання віддалених об'єктів або індикаторів у мобільних рухомих механізмах. Ця технологія взаємодії машин називається Machine-to-Machine (скорочено M2M).

У технології M2M для передачі даних використовуються різні канали: Інтернет, SMS, CSD або голосові канали. За допомогою будь-якого з них можна організувати передачу даних «точка-точка» між двома об'єктами. Найбільш популярним і доступним є Інтернет.

Слід зазначити, що IoT є набагато складнішим явищем, ніж простий сенсор. Використання датчиків для збору та аналізу даних про різні об'єкти – будь то механізми, будівлі чи люди – існує вже давно. Промисловий Інтернет унікальний тим, що датчики об'єднані в єдину мережу з системами аналізу та контролю. Тому об'єкт має власну мережу, в якій відбувається обмін даними. Ці дані служать основою для автоматизованого прийняття рішень і дій з управління аудиторією. Так виникли елементи штучного інтелекту та принцип саморегуляції.

Технології бездротової передачі даних відрізняються за відстанню передачі: на близьку відстань, на коротку відстань і на дальню відстань. Деякі з цих технологій вимагають ліцензій, всі інші називаються відкритими.

До Proximity (технологія щільного контакту) відносять:

- NFC.

До Short Range (технологія короткого діапазону) відносять:

- Bluetooth;
- MiFi;
- ZigBee;
- Z-Wave;
- WiFi.

До Long Range (технологія дальнього діапазону) відносять:

- GSM/LTE (ліцензована);
- NB-IoT (ліцензована);
- WiMAX (ліцензована);
- SigFox (відкрита);
- LoRa (відкрита).

При виборі технології для забезпечення автоматизації бізнес-процесів слід враховувати наступні параметри:

- Яким буде пристрій – мобільним чи стаціонарним?
- Як далеко від точки збору даних працюватимуть пристрої?
- Чи є джерело живлення для пристрою?

- Який середній обсяг пакета даних, який буде передано?
- З якою періодичністю слід збирати дані пристроєм?
- Де розміщуватимуться прилади – на вулиці, у приміщеннях із залізобетону чи інших матеріалів, у підвалі чи на підлозі?
- Наскільки сильні перешкоди сигналу?
- Які додаткові канали зв'язку потрібні пристрою?

Відповіді на ці питання допоможуть вибрати технологію, яка зможе забезпечити працездатність ваших пристроїв і автоматизувати їх роботу.

Використання технологій M2M та IoT є надзвичайно важливим і необхідним у сферах, де потрібна автоматизація процесів. Особливо активно IoT розвивається у сферах сільського господарства, логістики, Smart Cities – скрізь, де необхідно ретельно стежити за станом об'єктів або збирати великі масиви даних для подальшого аналізу. IoT заощаджує витрати на обслуговування обладнання: датчики збирають інформацію про стан обладнання, тому технічне обслуговування та ремонти виконуються вчасно.

Список використаних джерел

1. Industry 4.0. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4> (дата звернення 30.04.2024).
2. Індустрія 4.0 – Огляд та наслідки для політики. URL: https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf (дата звернення 30.04.2024).
3. Інтернет речей IoT URL: <https://kyivstar.ua/business/> (дата звернення 30.04.2024).

УДК 004.725.5

Тогоєв О. Р.,

викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЗАСОБИ LTE-СНІФІНГУ

Сніфер LTE пасивно перехоплює бездротовий трафік абонентів базової станції 4G. Завдяки особливостям передачі трафіку LTE, будь-хто з відповідним обладнанням може перехоплювати ці сигнали. Імітуючи поведінку користувачького обладнання, такого як смартфон і

базової станції, сніфер декодує передавання в низхідний (downlink – DL) і висхідний (uplink – UL) канали. На відміну від звичайних смартфонів, які декодують тільки свій власний трафік, сніфер LTE пасивно перехоплює весь трафік в ефірі, включаючи відкритий текст і деякі службові пакети (рис. 1). Зрозуміло, що він не здатний розшифрувати зашифрований трафік з клієнтських пристроїв, але деяку інформацію все ж може витягти з цих сигналів.

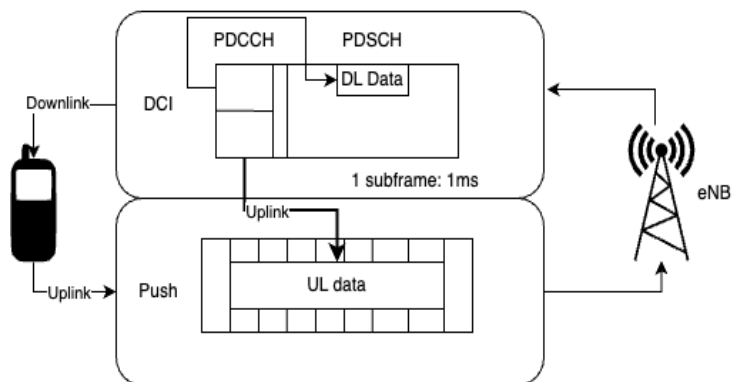


Рис.1. Структура каналу фізичного рівня LTE

Протягом попередніх років було створено кілька сніферів LTE, але майже всі з них обмежені декодуванням лише каналу управління низхідного зв'язку (PDCCH) [1]. Вони нездатні перехоплювати пакети IP або пакети протоколу управління з'єднанням між пристроєм і стільниковою мережею (наприклад, RRC і NAS). Першою спробою декодування каналу DL була програма LTEye з базовими функціями моніторингу мережі. Згодом були випущені OWL і FALCON. Також існують три комерційні сніфери Wavejudge, ThinkRF і AirScope, які здатні декодувати канали даних. Перші два можуть декодувати як DL, так і UL, але їх важко використовувати через високу ціну. Найбільш популярним комерційним сніфером серед науковців є AirScope, проте він не здатний декодувати трафік UL, а його продуктивність залишає бажати кращого (табл. 1). Крім того, комерційні програми мають закритий код, тому їх складно модифікувати і додавати нові функції.

LTESniffer вирізняється серед інших сніферів LTE своєю унікальністю [2]. Як було вже зазначено, це єдиний відкритий програмний продукт, який здатний відстежувати обидва напрямки передачі даних (DL/UL) і управління передачею. Їхній аналіз наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця

	LTEye	OWL	FALCON	AirScope	Wavejudge	LTESniffer
DLCC	+	+	+	+	+	+
DL	—	—	—	+	+	+
UL	—	—	—	—	+	+
Open-Source	+	+	+	—	—	+

Програма аналізує фізичний канал управління низхідним каналом (PDCCH), щоб отримати інформацію про управління низхідним каналом (DCI) і тимчасові ідентифікатори радіомережі (RNTI) для всіх активних користувачів. Після цього застосунок LTESniffer використовує декодовані DCI і RNTI для подальшого розшифрування фізичного каналу загального доступу низхідного каналу (PDSCH) і фізичного каналу загального доступу висхідного каналу (PUSCH), щоб отримати трафік даних у висхідному і низхідному каналах.

Отже, для ефективного контролю стільникової мережі, ідентифікації користувачів та аналізу мережевого трафіку тепер не потрібно придбавати дорогу комерційну ліцензію на програмне забезпечення. Усе це можна зробити за допомогою відкритого програмного пакету.

Список використаних джерел

1. Salihu B. A., Dacheng Ya., Xin Z., Zubair S. Evolution of physical downlink control channel (PDCCH) for LTE Advanced systems. *International Journal of Advancements in Computing Technology*. 2014. Vol. 6. P. 20–36.
2. Hoang T. D., Park C. J., Son M., Oh T., Bae S., et al. LTESniffer: An open-source LTE Downlink/Uplink eavesdropper. *Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks (WiSec'23)* : Proc. of the 16th ACM Conf., May 29 – June 1, 2023, Guildford, United Kingdom. P. 43–48. DOI: 10.1145/3558482.3590196.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ WIFI-ДЖАММЕРІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗОНИ У СЕГМЕНТІ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

На сьогодні використання бездротових технологій розширює горизонти для цифрової трансформації бізнесу. У багатьох випадках особисті дані передаються до систем з використанням бездротових засобів зв'язку через різноманітні пристрої, такі як смартфони, годинники та планшети. Крім того, радіочастотні технології знаходять застосування в організації робочих процесів, де працівники все частіше переходять на ноутбуки замість стаціонарних комп'ютерів. Однак варто пам'ятати, що при використанні WiFi-мережі зона покриття може вийти за межі приміщення, в якому обробляються дані одного відділу.

Для вирішення даної проблеми існують різноманітні механізми для запобігання несанкціонованому доступу (НСД) до конфіденційних даних, що передаються через бездротові мережі. Використовується різноманітність у термінах часу, частотах, простору, коду тощо на фізичному рівні для захисту каналу зв'язку. Блок-схема роботи системи блокування НСД наведена на рис. 1.

Підхід, запропонований вище, відрізняється від описаних іншими дослідниками [1–3] тим, що для блокування НСД використовується пригнічувач RF-сигналу («глушилка» або англ. Jammer), інакше джаммер власної розробки. Також розглянуто засоби забезпечення безперебійного електроживлення джаммерів.

Необхідно захистити вразливі мережі від можливого витоку інформації. Усі бездротові вузли мережі розташовані всередині фізичного периметру. Припускаючи, що бездротова мережа в основному захищена стандартними протоколами безпеки, такими як IEEE 802.11i та IEEE 802.1x, потрібно розробити механізм фізичного рівня, який доповнив би існуючу криптографічну безпеку. Цей механізм повинен бути незалежним від попередньої секретності та не вимагати значних змін у наявних стандартах. Однак, можливо використання спеціалізованого обладнання, яке фізично ізолює бездротову локальну мережу та пов'язаний з нею мережевий трафік [4].

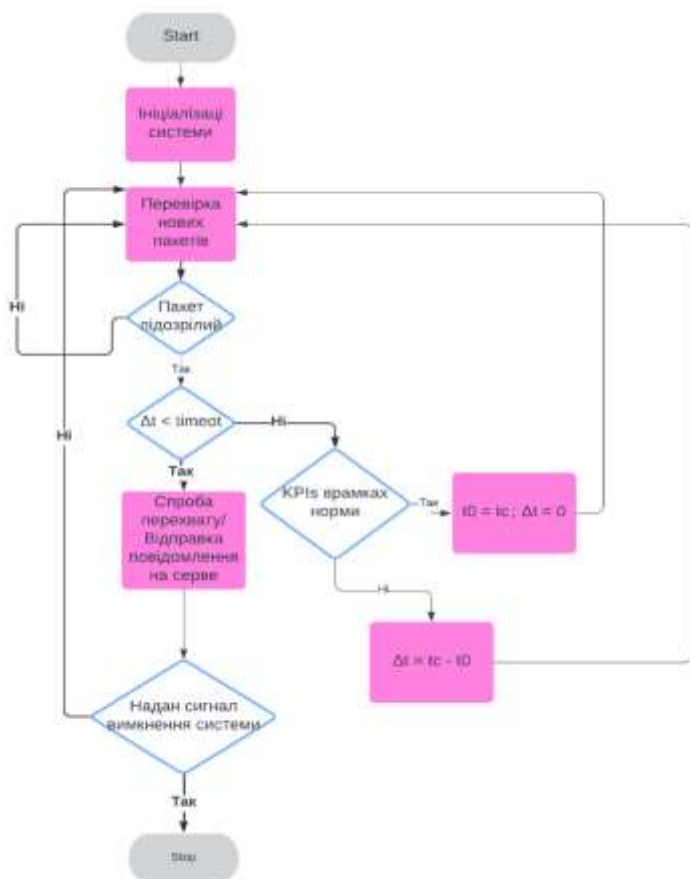


Рис.1. Блок-схема система глушіння WiFi-сигналу

Для формування математичної моделі комп'ютерної системи формування контрольованих зон в бездротових комп'ютерних мережах потрібно ввести деякі позначення:

1) нехай $G = (V, E)$ – граф бездротової мережі, де V – множина вузлів (точок доступу або пристроїв); E – множина ребер, що відповідають зв'язкам між вузлами;

2) нехай $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ – множина контрольованих зон. Кожна контрольована зона C_i є підмножиною множини вузлів V ;

3) нехай $P(C_i)$ – характеристика контрольованої зони C_i , наприклад, її покриття, пропускна здатність або енергоспоживання;

4) нехай $W(C_i, C_j)$ – міра взаємодії між контрольованими зонами C_i та C_j . Це може бути визначено, наприклад, як кількість спільних вузлів між двома зонами або інша міра схожості;

5) нехай $F(C_i)$ – цільова функція для контрольованої зони C_i . Наприклад, максимізація покриття, мінімізація енергоспоживання або інша метрика.

Математична модель:

Максимізуємо цільову функцію $F(C_i)$ для кожної контрольованої зони C_i , враховуючи обмеження:

$$\max_{C_i \in C} F(C_i)$$

за умови:

$$\sum_{i=1}^k P(C_i) \leq T$$

де T – загальний ресурс (наприклад, максимальна пропускна здатність або обсяг енергії), доступний для формування контрольованих зон.

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k W(C_i, C_j) \leq W_{max}$$

де W_{max} – максимальна допустима міра взаємодії між контрольованими зонами.

Список використаних джерел

1. Полоневич О. В., Косенко В. Р., Сторчак К. П., Ткаленко О. М. Інформаційні мережі. Київ : ДУТ, 2019. 95 с.

2. Соколов В. Ю. Бурячок В. Л., Тадждіні М. М. Безпека безпроводових і мобільних мереж : навч. посібник / ред. перекл. О. П. Райтер. 2-ге вид., доп. Київ : КУБГ, 2019. 130 с.

3. Бурячок В. Л., Соколов В. Ю. Методи забезпечення гарантоздатності і функціональної безпеки безпроводової інфраструктури на основі апаратного розділення абонентів : монографія. Київ : КУБГ, 2019. 164 с.

4. United States Patent 7349544. Wireless perimeter security device and network using same / Tiwari, Sameer (Fremont, CA, US) ; Blueleaf LLC. Publ. 25.03.2008. URL: <https://www.freepatentsonline.com/7349544.html> (Last accessed: 22.12.2023).

Євсюков Є. А.,
бакалаврант кафедри комп'ютерної інженерії,
Дарнапук Є.С.,
старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ» НА БАЗІ ESP8266 ЯК ЧАСТИНИ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ОСЕЛІ

З розвитком технологій інтернету речей (IoT) системи «Розумний дім» стають не лише популярними, але й необхідними для забезпечення безпеки та комфорту в будинках. Величезна кількість домашніх пристроїв, починаючи від робота-пилососа і закінчуючи розеткою, може бути поєднана в єдину домашню систему та керуватися за допомогою смартфона. Найбільш типовим застосунком для керування «Розумним домом» є Home App для iOS (рис. 1) [1]. Він є зручним інструментом для управління розумними пристроями, що підтримують стандарт HomeKit. Він дозволяє створювати сценарії, автоматизацію, керувати освітленням, температурою, безпекою та іншими функціями вашого розумного помешкання. Додаток також підтримує віддалений доступ через HomeKit Hub, забезпечуючи зручне управління з будь-якого місця.

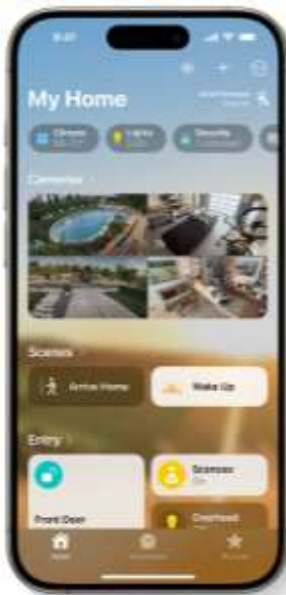


Рис.1. Інтерфейс Home App

Модуль ESP8266 можна використовувати як базу для побудови DIY-рішень елементів «розумного дому», наприклад, для автоматизації вимикання освітлення. За допомогою бібліотеки «Arduino HomeKit ESP8266» [2] є можливість інтеграції створених DIY рішень напряму з Home App на вашому смартфоні.

Яскравим прикладом реалізації компонентів розумного дому, що є частиною системи безпеки оселі є система відкриття-закриття дверей та вікон, система захисту від протікання води, система моніторингу рухів і т.д. Наприклад, для реалізації системи моніторингу рухів на певній ділянці оселі достатньо двох апаратних компонентів – ESP8266 та PIR-сенсор, підключення яких наведено на рис. 2 [3], [4]. Цей модуль може виконувати декілька задач – як елемент системи енергозбереження будинку, де за відсутності будь-якого руху автоматично вимикалось освітлення в приміщенні, так і в якості елементу системи безпеки оселі – сповіщаючий про виявлення руху в нетиповий час.

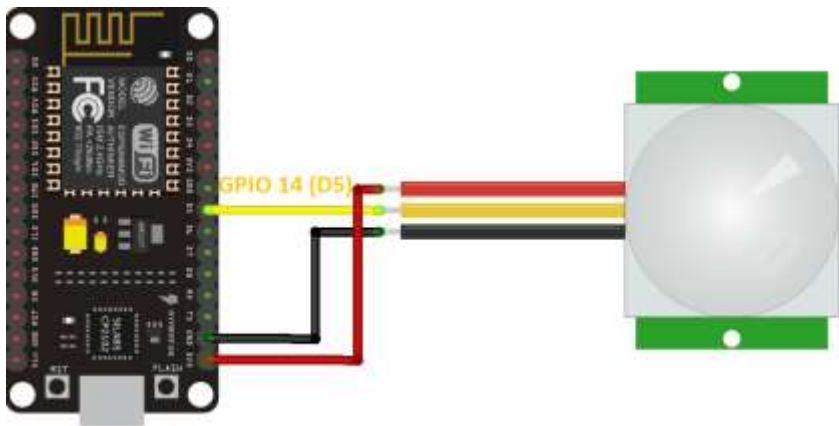


Рис.2. Схема підключення PIR сенсору до ESP8266

Реалізація інтеграції з Home App цього модулю з використанням бібліотеки HomeKit-ESP8266 наведена на рис. 3. Змінні ssid та password мають містити актуальні дані безпроводної мережі, до якої має бути під'єднаний модуль моніторингу рухів.

```

#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <HomeKit.h>

const char* ssid = "WiFiSSID";
const char* password = "WiFiPassword";

HomeKitAccessory *motionSensor;

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
        Serial.println("Connecting to WiFi..");
    }
    Serial.println("Connected to WiFi");

    motionSensor = new HomeKitAccessory("Motion Sensor", "ESP8266", "0002");

    motionSensor->addCharacteristic("Motion Detected", []() {
        Serial.println("Motion detected!");
    });

    motionSensor->begin();
}

void loop() {
    // Simulate motion detection (replace with actual PIR sensor logic)
    bool motionDetected = digitalRead(PIR_PIN);

    // Update HomeKit characteristic
    motionSensor->updateCharacteristic("Motion Detected", motionDetected);

    motionSensor->loop();
}

```

Рис.3. Приклад програмної реалізації взаємодії модуля відслідковування рухів з Home App

У випадку виявлення руху, на пристрій зі встановленим Home App надійде сповіщення про виявлення руху в приміщенні. Також до цього модуля можна додати надсилання сигналів для звукової сигналізації.

Інтеграція ESP8266 з PIR сенсорами дозволяє системі реагувати на виявлення руху з високою точністю і швидкістю, що підвищує ефективність моніторингу та реагування на потенційні загрози. Через використання Home App на iOS, користувач може здійснювати зручне та миттєве керування системою безпеки, отримувати негайні сповіщення про події в оселі та вести дистанційний моніторинг стану системи навіть поза помешканням. Такий підхід до розумного дому забезпечує не лише високий рівень безпеки, але й комфорт та зручність управління, що робить його ідеальним варіантом для сучасних сімей і бізнесів, які цінують не лише безпеку, але і зручність та автоматизацію.

Список використаних джерел

1. Home app. Apple. URL: <https://www.apple.com/home-app/> (Last accessed: 28.04.2024).
2. GitHub - Mixiaoxiao/Arduino-HomeKit-ESP8266: Native Apple HomeKit accessory implementation for the ESP8266 Arduino core. GitHub. URL: <https://github.com/Mixiaoxiao/Arduino-HomeKit-ESP8266> (Last accessed: 28.04.2024).
3. Das M. Home Automation Using ESP8266. Transactions on Machine Design (TMD). 2018. Vol. 6, no. 2. P. 47. URL: <https://doi.org/10.6025/tmd/2018/6/2/43-46> (Last accessed: 28.04.2024).
4. IoT based surveillance system using with NODEMCU / P. P. Kumar et al. SEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEGATIVE IONS, BEAMS AND SOURCES (NIBS 2020), Oxford, United Kingdom. 2021. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0058131> (Last accessed: 28.04.2024).

УДК 004.58

Жуланов М. О.,

магістрант кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Крайник Я. М.,

канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗЕМЛЕТРУСІВ ТА ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ НА БАЗІ С ЕНСОРІВ ІОТ

За останні кілька років IoT став однією з найважливіших технологій 21 століття. Тепер, коли ми можемо під'єднати побутові предмети – кухонні прилади, машини, термостати до інтернету через вбудовані пристрої, можливе безперервне спілкування між людьми та речами (пристроями).

За допомогою недорогих хмарних обчислень, великих даних, аналітики та мобільних технологій фізичні речі можуть обмінюватися та збирати дані з мінімальним втручанням людини. У цьому гіперпов'язаному світі цифрові системи можуть записувати, контролювати та регулювати кожну взаємодію між підключеними речами. Фізичний світ відповідає цифровому світу, і вони співпрацюють для комфорту людини.

Землетрус – це випадкове стихійне лихо, яке завдає шкоди життю та майну. Ми не можемо зупинити чи протидіяти землетрусам, проте ми можемо бути своєчасно повідомленими про них. В теперішній час є численні досягнення, які можна використовувати для виявлення маленьких струсів і вібрацій землі, для того, щоб вжити запобіжних заходів, перш ніж відбудуться основні коливання всередині землі. Життя можна врятувати, якщо завчасно виявити землетрус.

Землетруси є однією з найпоширеніших та найнебезпечніших природних катастроф, здатних призвести до серйозних людських жертв і значних матеріальних збитків. Навіть невеликі землетруси можуть мати серйозні наслідки, особливо якщо вони відбуваються в густонаселених районах або в місцях з великою кількістю інфраструктури. Тому наявність ефективних систем моніторингу та реагування на землетруси є критично важливою для забезпечення безпеки населення та майна.

Метою магістерської роботи є розробка комплексу для моніторингу інтенсивності землетрусів та оцінки наслідків, який базується на сучасних технологіях Інтернету речей (IoT). Цей комплекс буде включати в себе розгорнуту мережу сенсорів, розміщених в зоні потенційного землетрусу, та систему збору, передачі та аналізу даних. Основна ідея полягає в тому, щоб надати оперативну та точну інформацію про землетрусні події, щоб дозволити органам влади та організаціям швидко реагувати та мінімізувати їхні наслідки.

Для досягнення цієї мети, необхідно визначити оптимальний набір сенсорів, які здатні надавати найбільш деталізовану інформацію про землетрусні явища, таку як інтенсивність, час початку та тривалість. Крім того, система збору даних повинна бути надійною, масштабованою та забезпечувати безперебійну передачу інформації навіть у складних умовах.

Також необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз існуючих систем інформування про стихійні лиха;
- виконати дослідження технології зв'язку для даної системи;
- сформувати уявлення про конструктивні та структурні рішення;
- описати логічні зв'язки вузлів системи на етапі проектування;
- навести структурну схему роботи системи IoT для моніторингу та інформування про землетруси;
- виконати верифікацію даних.

Пристрої IoT обмінюються даними датчиків, які вони збирають, підключаючись до шлюзу IoT, який діє як центральний центр, куди пристрої IoT можуть надсилати дані. Перш ніж надати спільний доступ

до даних, їх також можна надіслати на периферійний пристрій, де ці дані аналізуються локально. Локальний аналіз даних зменшує обсяг даних, які надсилаються в хмару, що мінімізує споживання пропускну здатності.

Іноді ці пристрої спілкуються з іншими пов'язаними пристроями та діють на основі інформації, яку вони отримують один від одного. Пристрої виконують більшу частину роботи без втручання людини, хоча люди можуть взаємодіяти з ними, наприклад, налаштувати їх, давати інструкції або отримувати доступ до даних.

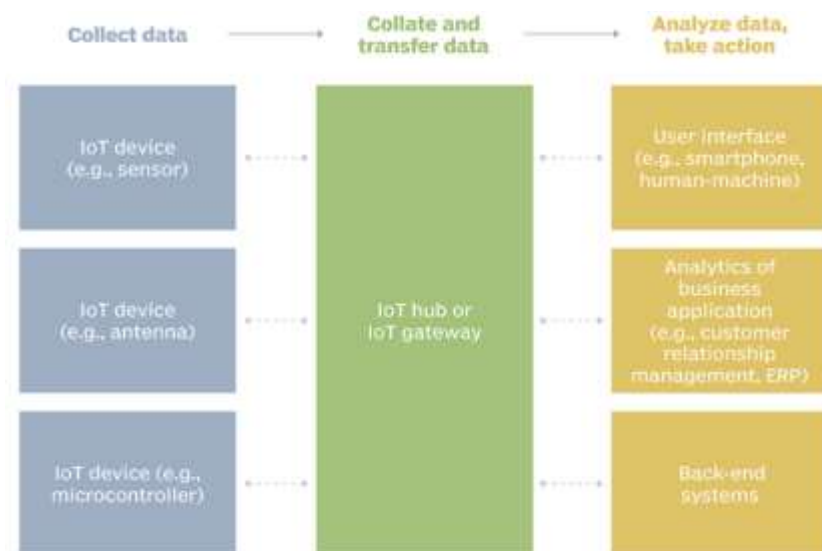


Рис.1. Приклад IoT системи

Підключення, мережа та протоколи зв'язку, які використовуються з цими веб-пристроями, значною мірою залежать від конкретних розгорнутих програм IoT.

Так, в роботі можливе використання штучного інтелекту і машинного навчання за через IoT, щоб допомогти зробити процеси збору даних простішими та динамічнішими.

Особлива увага в даній магістерській роботі також буде приділена розробці алгоритмів для аналізу зібраних даних та оцінки наслідків землетрусів. Ці алгоритми повинні бути ефективними, швидкими та точними, щоб оперативно надавати інформацію, необхідну для прийняття рішень в кризових ситуаціях.

Експериментальне дослідження буде включати в себе тестування розробленого комплексу на реальних макетах землетрусів або симуляційних моделях, щоб перевірити його ефективність та надійність в реальних умовах.

На основі отриманих результатів будуть сформульовані висновки щодо ефективності та перспектив використання розробленого комплексу, а також запропоновані рекомендації для подальших досліджень у цій області.

Список використаних джерел

1. Що таке Інтернет речей і чому це важливо? URL: <https://iot.kpi.ua/web/site/about> (дата звернення: 30.04.2024).
2. What Is the Internet of Things (IoT). URL: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/> (дата звернення: 30.04.2024).
3. Сейсмічність України. URL: <http://wdc.org.ua/uk/node/192> (дата звернення: 30.04.2024).

УДК 004.89: 004.4: 551.509.331

Ісаєв Т. С., Кузьмін А. А.,

магістранти,

Хмельницький національний університет,

м. Хмельницький, Україна

Павлова О. О.,

доктор філософії, доцент кафедри

комп'ютерної інженерії та інформаційних систем,

Хмельницький національний університет,

м. Хмельницький, Україна.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ НА СМІТТЄЗВАЛИЩАХ

Пожежі на місцях зберігання твердих побутових відходів (сміттєзвалищах) є одними з найважчих і найбільш тривалих, їх гасіння потребує значних ресурсів, зусиль, обладнання та часу. Важко передбачити та запобігти пожежам на сміттєзвалищах, оскільки складно визначити потенційні джерела підвищення температури через різну специфічну теплоємність відходів. Поки вогонь або дим не вийдуть на поверхню, виявлення джерела пожежі візуально майже неможливе.

Більшість пожеж виникають протягом пожежонебезпечного періоду влітку. Основною причиною пожеж є людська неухважність і недбалість, недотримання правил пожежної безпеки, необережне поводження з вогнем, порушення технологічних норм захоронення твердих побутових відходів. Сміттєзвалища можуть самозайматися. Це спричинено процесом біохімічного розкладання відходів, який супроводжується підвищенням температури до 40-70 °С [1].

Пожежі на сміттєзвалищах у Грибовичах (Львівська обл.) у червні 2016 року, під час ліквідації якої загинуло двоє рятувальників[2] та 18 липня 2023 року поблизу Рівного, гасіння якої, на щастя, пройшло без жертв[3], змусило задуматись над пошуком рішень для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах. Адже через наявність метану та небезпечних (в тому числі) легкозаймистих речовин на полігонах ТПВ пожежі швидко розповсюджуються, що робить процес ліквідації довшим, складнішим та небезпечнішим.

У роботі запропоновано концепцію інформаційної системи на основі комп'ютерного зору для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах. Декомпозиція даної системи представлена на рисунку 1.



Рис. 1. Декомпозиція ІС для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах

Запропонована система складається з трьох підсистем: підсистеми спостереження з використанням камер зовнішнього спостереження, підсистеми розпізнавання зображень на основі нейронної мережі та підсистеми надання сигналів тривоги, а саме надання висновку про наявність або відсутність загорання.

На рисунку 2 представлено структурну схему запропонованої ІС для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах на основі комп'ютерного зору.



Рис. 2. Структурна схема пропонованої ІС для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах на основі комп'ютерного зору

Система складатиметься з камер зовнішнього спостереження, розташованих на полігоні ТПВ, з яких надходитиме відеопотік, попередньо навченої моделі нейронної мережі YOLOv8[4], яка, у порівнянні з іншими аналогами, показала найкращі результати щодо точності розпізнавання об'єктів та є досить простою у навчанні та має дружній до користувача інтерфейс, та веб-орієнтованої системи для надання висновків щодо наявності/відсутності загорання.

Наступними кроками даного дослідження є навчання моделі нейронної мережі для виявлення загорання та розробка пропонованої у роботі інформаційної системи.

Список використаних джерел

1. Пожежі на полігонах твердих побутових відходів (сміттєзвалищах). URL: <https://www.adm-km.gov.ua/?p=60760> (Дата звернення: 30.04.2024)
2. Небезпечні звалища URL: <https://www.unian.ua/ecology/trash/1362238-nebezpechni-zvalischa.html> (Дата звернення: 30.04.2024)
3. Назвали ймовірну причину пожежі на сміттєзвалищі біля Рівного. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/617617-nazvali-ymovirnu-prichinu-pozhezhi-na-smittiezvalishchi-bilya-rivnogo> (Дата звернення: 10.04.2024)
4. Ultralytics YOLOv8 Docs. Офіційна документація. URL: <https://docs.ultralytics.com> (Дата звернення: 3.04.2024)

Рудик І. В.,
магістрант,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна
Павлова О. О.,
доктор філософії, доцент кафедри
комп'ютерної інженерії та інформаційних систем,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОХИБОК СИГНАЛІВ ТРИВОГИ ОТРИМАНИХ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ

Для забезпечення безпеки на будівельних майданчиках та складських приміщеннях часто використовуються камери зовнішнього спостереження. Проте якщо територія велика, людина (охоронець) не завжди здатний слідкувати за всіма камерами. Тому застосовується програмне забезпечення на основі ШІ для детекції сторонніх або підозрілих об'єктів на території складу чи будівельного майданчику. Проте ШІ не завжди може точно впоратись із завданням розпізнавання потенційних загроз. У нашому випадку, це наявність сторонніх людей на території складу чи майданчику. Помилкове розпізнавання сторонніх осіб може призводити до неправильного функціонування системи безпеки та до помилкових спрацювань сигналів тривоги. Приклади помилок розпізнавання людей представлені на рисунку 1.



Рис.1. Приклади помилкового розпізнавання людей на територіях складських приміщень

Декомпозиція пропонованої у роботі системи наведена на рисунку 2.



Рис.2. Декомпозиція системи обробки похибок сигналів тривоги отриманих відеозображень нейронною мережею

У наших попередніх роботах [1] було проведено навчання моделі нейронної мережі YOLOv8 [2] та отримані результати були верифіковані операторами-людьми.

Операторами було підтверджено лише 0,7% від загальної кількості кліпів, що були визначені програмою як Person. Тобто похибка 2 роду склала 99,3%. Кількість об'єктів класу Person, що були виявлені нейронною мережею в кожному відеокліпі, варіюється від 1 до 373 (слід зазначити, що загальна кількість фреймів у кліпах становить від 8 до 900).

З метою покращити якість розпізнавання було прийнято рішення провести навчання моделі для класу «людина» (person) та порівняти результати з отриманими попередньо результатами.

Список використаних джерел

1. Павлова О. О., Рудик І. В. Метод обробки похибок розпізнавання зображень з камер зовнішнього спостереження мережею YOLOv8. Інформаційні технології та інженерія: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів: тези доп. 31 січня – 2 лютого 2024 р. ст.90-92
2. Ultralytics YOLOv8 Docs. Офіційна документація. URL: <https://docs.ultralytics.com> (Дата звернення: 30.04.2024)

СЕКЦІЯ

АКАДЕМІЧНІ СВОБОДИ, УНІВЕРСИТЕТСЬКА АВТОНОМІЯ, НАУКА І ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

УДК 378(477)

Мещанінов О. П.,

доктор педагогічних наук, професор,
професор ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ВИТОКИ

Докорінні зміни, які шаленим потоком охоплюють усе життя, як в Україні, так і в усьому світі, висувають докорінне питання: у чому первопричина, витoki, суть цих змін? Тобто, потрібна відповідь: що є причиною, витокom тих наслідків, слідством того, що ми з жахиттям спостерігаємо?

Висловлю сумну, майже кримінальну думку – **причина у зниженні якості освіти!**

Коли у 60-ті роки я вчився у загальноосвітній школі, між іншим, СШ №7 у місті Миколаєві, то були поодинокі випадки, коли за результатами незадовільного навчання учнів не переводили на наступний клас, рівень, а залишали на другий рік навчання у тому ж класі, рівні. А зараз, наскільки обізнаний, таке поняття як «другий рік» – відсутнє. Чому? Що відбулось? Чи усі учні, або усі родини одразу стали кращими? Стали жити у достойних оселях та позбавились побутових проблем? Чи усі тюрми у країні ліквідовані за не потребою, тобто відбулось зникнення, ліквідація злочинності? Дурниця!

Згадав, що у часи Радянського Союзу, було проведено дисертаційне дослідження про наявність чи відсутності злочинності у майбутньому «комунізмі». Було переконливо доведено, що злочинність залишиться. Найпростіший аргумент – це ревності. Або – це халатність, чи помилки у проектуванні різноманітних інженерних об'єктів чи систем, що стають все складнішими. Тому від питання, а чому фактично не застосовується процедура - «другий рік» не сховатись?

Висловлю другу кримінальну думку – **причина у недотриманні принципу «невідворотність покарання»!** У всіх сферах. На думку прийшло твердження Отто фон Бісмарка, що у війні перемогу здобув німецький вчитель! Не військові, не промисловці, а саме вчитель! Тому що завдяки його праці вчителя формуються і військові, і промисловці,

усі. Це співпадає із думкою Гольда Мейєр про принципи успішної держави. Вона доводила, що по-перше, потрібно корупцію прирівняти до державної зради, а по-друге, потрібна гідна заробітна платня вчителям, лікарям та військовим. В Україні навпаки – у прокурорів, суддів та тому подібних «слуг народу».

Висловлю третю кримінальну думку – **причина у загальному розповсюдженні, вживанні брехні!**

Нас обманюють майже усі, скрізь. Невідповідність рівня заробітної платні, тарифів, перегонки власників компаній по збільшенню платні за надані, чи проголошені послуги. А для того щоб мати хоча би малесеньке, моральне виправдування, нас самих примушують брехати, щоб мати можливість стверджувати, що ми самі також використовуємо, спираємось на брехню. Виправдування, у першу чергу, перед власними дітьми, щоб було кому передавати «здобутки».

Мій батько, Павло Олександрович Мещанінов, професор Миколаївського кораблебудівного інституту (МКІ), якось зауважив, що у промисловість – це і виробництво, і проектування – йдуть працювати кращі та хороші випускники, оскільки потрібно створювати складні інженерні об'єкти, кораблі та судна, а для цього потрібні знання. А посередні випускники, як правило, йдуть у різноманітні установи, адміністрації, де більш потрібні навички соціалізації, неперевершеної гнучкості, вміння адаптуватись, як на іспитах в інститутах. Оскільки різноманітні установи, адміністрації, виконують функції керування, то у теорії, управлінці потребують найвищий рівень обізнаності, освіти. А на практиці маємо, виходить, навпаки. Тобто посередні керують найкращими. Абсурд!

Нарешті, зі статистики відомо, що кожні 10 років відбувається подвоєння управлінців, адміністрацій, бюрократії. Продукуються собі подібні, а не найкращі. Що всупереч сутності природи, коли виживають найрозумніші, найкращі, найсильніші. Тобто, **порушується принцип відбору**. Замість найрозумніших переваги отримують найхитріші. Порушення принципів, законів природи неминуче призводить до виникнення, утворення парадоксів, проблем, як соціальних, що потім неминуче перетворюються у економічні та екологічні. Важливо зауважити, що найхитріші часто густо навіть не усвідомлюють власний рівень некомпетентності.

Стосовно якості освіти. Зниження рівня якості освіти відбивається, спостерігається не одразу, навіть із значною затримкою у часі, коли нова генерація випускників займе домінуючі позиції, почне діяти і за результатами цієї діяльності буде можливо спостерігати та зробити висновки. Тобто затримка у часі має, чи несе з собою, фундаментальні

наслідки. Суспільство втрачає час та здатність своєчасно виправити недоліки чи усунути джерело прийняття некомпетентних рішень.

Таким чином, **усе починається**, формується, закладається як фундамент, **з освіти**. Хочемо ми це визнати чи ні, але процес пішов вже давно. Відчути зміни, якщо ми сьогодні зробимо значних зусилля, щоб виправити становище, навіть у теорії, ми зможемо орієнтовно лише, як мінімум, через 25 років, навіть через три покоління, тобто через 75 років. Хвала адміністраціям університетів, мислителям – викладачам, усім тим хто працює, майже фанатично, на світле майбуття України. В університетах, де ще вірять у світле майбуття.

УДК 37.06/37.09

Букач М. М.,
д-р пед. наук, професор,
КЗВО «Одеська академія неперервної освіти
Одеської обласної ради», м. Одеса, Україна

СОЦІАЛЬНА АДАПТАЦІЯ ТА ІНТЕРІОРИЗАЦІЯ ЯК СКЛАДОВІ СОЦІАЛІЗАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ

У процесі соціалізації, проявляється об'єктивна потреба людини бути «як всі». Однак паралельно із цим у процесі індивідуального розвитку особистості в людини поступово формується інша об'єктивна потреба — проявити себе, свою індивідуальність. Людина починає шукати способи й засоби для її вираження, проявляти їх, як результат - відбувається її індивідуалізація, яка виражається в тому, що ті або інші соціально значимі якості й властивості особистості проявляються в індивідуальній, властивій саме цій людині формі, що її соціальна поведінка, при всій загальній зовнішній схожості з поведінкою інших людей, здобуває риси неповторності, унікальності. Таким чином, соціальний розвиток людини, відбувається по двох взаємозалежних напрямках: соціальної адаптації (оволодіння соціокультурним досвідом, його засвоєнням та пристосування до соціального середовища) і процесом інтеріоризації, тобто становлення психіки людини через засвоєння нею зовнішньої діяльності.

Якщо дитина пройшла фазу соціальної адаптації, вона починає пред'являти оточуючим свої індивідуальні відмінності, які, соціальна група, або відкидає, як такі, що не відповідають їхнім уявленням і потребам, це може привести до розвитку в дитини негативності,

підозрілості, агресивності, завищеної самооцінки. Або сприймає – що призводить до зростання соціальності і самовпевненості. Позитивне входження дитини в групу, її інтеграція сприяє формуванню в неї почуття дружиби та взаємно підтримки.

Якщо при входженні людини в соціум установлюється рівновага між процесами соціальної адаптації й індивідуалізації, коли, з одного боку, вона засвоює норми й правила поведінки, прийняті в даному соціумі, а з іншого боку - вносить свій певний «внесок» у нього, свою індивідуальність, відбувається інтеграція дитини в соціум, тобто процес соціалізації. При цьому відбувається взаємна трансформація й особистості й середовища.

Якщо, в одному з компонентів соціалізації, а саме соціальній адаптації людини до групи, відбувається затримка чи гальмування (особливо гостро це простежується у дитячому віці), то в неї може з'явитися боязкість, невпевненість у собі, безініціативність, що може привести до серйозної особистісної деформації. Тобто, умови взаємодії із оточуючим соціальним середовищем порушуються, а це призводить до зворотних результатів, до де соціалізації особистості, яка відбувається через соціальну дезадаптацію. («Соціальна дезадаптація дитини – 1. Процес втрати нею або не сформованості у неї соціально значимих якостей, що перешкоджає успішному пристосуванню до умов соціального середовища; 2. Стани дитини, коли спостерігається повна втрата інтересу до навчання, перебування в шкільному колективі, вихід в асоціальні компанії, захоплення спиртними напоями, наркотиками.» (1). Отже, як висновок, можемо констатувати, що в основі процесу соціалізації, закладено взаємодію пристосування (соціальної адаптації) і самоствердження (інтеріоризації та індивідуалізації) людини в умовах конкретного соціального середовища, які виражається в тому, що соціально значимі якості й властивості особистості проявляються в індивідуальному забарвленні соціальної поведінки, яка властива саме цій людині.

Аналогічні процеси соціалізації відбуваються і при входженні дитини в асоціальну групу, але виходячи з того, що в таких групах культивуються сила, жорстокість, агресивність та ін., це може сприяти розвитку у дитини асоціальних якостей. Слід наголосити, що всі ці процеси можуть відбуватися спонтанно, стихійно в ході життєдіяльності дитини, а можуть регулюватися, хоча б частково, цілеспрямованим впливом на розвиток дитини - вихованням.

Як бачимо з вищевикладеного, успіх соціалізації залежить від дії двох найбільш загальних факторів - індивідуальних особливостей суб'єкта і особливостей того середовища, в якому здійснюється

реальний процес соціальної адаптації. Оскільки ці фактори знаходяться в постійній і безперервній взаємодії, визначити переважну роль кожного з них у цьому процесі, за винятком крайніх випадків, не уявляється можливим. Кожен конкретний суб'єкт впливу, потребує вивчення і розробки індивідуальної програми (слід наголосити, що під «крайніми випадками» ми розуміємо, з одного боку, такі виражені індивідуальні особливості дитини, як недоумство, виражену емоційну збудливість або навпаки, «гальмування», як прояв особливостей темпераменту, а з іншого такі вкрай незвичайні соціально-психологічні умови, як серйозна соціальна ізоляція, позбавлення дитини з моменту народження постійних контактів з дорослими та ін.). У переважній же більшості випадків невдалої соціалізації (де соціалізації), ми маємо справу з прихованою дією низки несприятливих факторів, з'ясування яких вимагає спеціальних цілеспрямованих досліджень.

На нашу думку, створюючи умови щодо успішної соціалізації, слід наголосити на наступних ключових моментах:

- процес соціалізації носить індивідуальний характер і залежить від особливостей характеру, здібностей, уподобань кожної людини, а тому ми маємо вивчати означені особливості і враховувати їх під час створення відповідних умов;

- соціалізація неможлива без активної участі самої людини в процесі засвоєння широкого кола цінностей, понять і навичок, на ґрунті яких складається її повсякденне життя. Отже, слід забезпечити означений процес технологіями, які здатні активізувати і стимулювати діяльність людини. Іншими словами, успішність соціалізації залежить від того, наскільки сама людина, а також її найближче оточення (якщо йдеться про дитину: батьки, вихователі, вчителі), не лише розуміють індивідуальні особливості й можливості розвитку цих якостей, підтримуючи такі позитивні прояви, як ініціативність, цілеспрямованість, працездатність, побудову власного соціального простору, а й зуміють сфокусувати увагу соціального середовища на особистісних сильних рисах об'єкта соціалізації, показати позитиви від того, що соціальна група володіє подібним потенціалом.

Список використаних джерел:

1. Словник-довідник з соціальної роботи: навч. посіб. / Упор. М.М. Букач, Н.В. Клименюк; В.В. Горлачук за ред. М.М. Букача. – Миколаїв: Дизайн та поліграфія, 2015. – 383 с.

Клименюк Н. В.,
канд. пед. наук, доцент,
завідувач кафедри педагогіки, психології та менеджменту освіти,
МОППО, м. Миколаїв, Україна

ПРОФЕСІЙНЕ СТАНОВЛЕННЯ ПЕДАГОГА ЯК ГАРАНТІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОСВІТИ

Прийнявши засади сталого розвитку, як пріоритетні цілі своєї подальшої трансформації, наша держава запроваджує основні положення даної концепції у всі сфери національного господарського комплексу, і особливо в освіту. Адже, саме освітня галузь формує майбутнє України – конкурентоспроможного, креативного, компетентного, соціально зрілого, екологічно свідомого, морально стійкого, високопрофесійного та відповідального фахівця, здатного орієнтуватися і успішно діяти в умовах ринкової економіки. Принципи сталого розвитку повинні бути включені у всі освітні програми і мають розглядатись як елемент постійного і неперервного навчання і виховання, тобто повинні формувати особливий освітній напрям – освіту в інтересах сталого розвитку [3]. Важливим аспектом в цьому процесі, є підготовка педагога, фахівця, відповідального за підготовку майбутнього свідомого громадянина, який буде розвивати свою країну.

Професія педагога – одна з тих, яка змушує людину весь час зростати, змінюватися відповідно до нових соціальних та професійних вимог. Педагог не може дозволити собі «зупинитися» на тому етапі розвитку та освіти, який він отримав у процесі професійної підготовки. Професійна освіта – це лише важлива й значуща основа, платформа для подальшого професійного становлення і зростання педагога.

Професійне становлення фахівця визначають як його професійний розвиток. Такому складному психологічному явищу, як розвиток, у науковій літературі приділяють достатньо велику увагу, його характеризують як незворотно спрямовану закономірну зміну. Професійне зростання спрямоване на реалізацію педагогом себе як особистості. Прагнення до самовдосконалення, самоосвіта є важливими чинниками професійного становлення, що забезпечують розширення його творчих можливостей, пізнавальних інтересів та формування творчої індивідуальності.

Важливе значення для професійного становлення педагога мають такі аспекти.

1. Оволодіння передовим педагогічним досвідом, пошуковою дослідною роботою. Унаслідок ознайомлення з діяльністю кращих педагогів та її аналізу вчитель глибше осмислює закономірності освітнього процесу, вчиться педагогічно правильно сприймати кожен учинок дитини, знаходити причини конфліктів та способи їх розв'язання.

2. Систематичне вивчення наукової психолого-педагогічної літератури, законодавчих актів держави про освіту, виховання та навчання; зустрічі з новаторами; участь у роботі методичних об'єднань, семінарів, конференцій, педагогічних читань тощо.

3. Ознайомлення з інноваційними науково-методичними матеріалами. Швидке реагування на зміни в системі педагогічної освіти.

4. Ознайомлення з національною системою виховання, що втілює виховну мудрість українського народу, його кращих учених, прогресивні традиції українців у родинному вихованні, виховне значення українських народних звичаїв, традицій, свят, обрядів [2].

Поняття «становлення» належить до категоріального апарату філософії, психології, педагогіки та інших галузей знань. Як філософська категорія становлення являє собою спонтанну мінливість речей і явищ, їхнє неперервне перетворення з одного в інше. Цю категорію пов'язують із діалектичним поглядом на світ: у її основі лежить погляд на будь-яку річ, явище як на єдність суперечностей – буття і небуття [4].

Психологи під професійним становленням фахівця розуміють формування професійної спрямованості, компетентності, соціально значущих та професійно важливих якостей та їх інтеграцію, готовність до постійного професійного зростання. Професійне становлення охоплює значну частину онтогенезу людини – період від початку формування професійних намірів на етапі шкільного навчання до завершення професійної кар'єри. Із педагогічної точки зору професійне становлення особистості педагога – це процес його входження в професійну діяльність, під час якої відбувається входження в професійну роль педагога, формується його професійна позиція й визначаються шляхи самореалізації в подальшій педагогічній діяльності. Визначальним етапом цього процесу є професійна адаптація.

Професійне становлення педагога в умовах сучасних трансформаційних процесів в освіті є доволі складним. У відомих періодизаціях життєвого становлення й розвитку особистості цей етап характеризується як: ефективне «вживання» в професію, досягнення ідентичності особистості з професією (К. Юнг); прагнення забезпечити

в знайденому професійному полі стійку особистісну позицію (Дж. Сьюпер); удосконалювання в межах обраної трудової діяльності, підвищення кваліфікації, формування індивідуального стилю діяльності (Є. Климов) [1].

Сучасним учням потрібен, по-перше, педагог-професіонал, який є творчою особистістю, здатною до самонавчання впродовж життя, самовдосконалення і саморозвитку; по-друге, педагог-дослідник, який постійно шукає, аналізує, пробує найраціональніші шляхи, умови, методи, засоби, форми ефективного вирішення конкретних завдань освіти. Педагог-майстер, який відрізняється від інших фахівців високими морально-духовно-етичними якостями. Характер поведінки, дій та вчинків розкриває характерологічну суть майстерності сучасного педагога. Думки та погляди відрізняються своєю прогресивністю, націленістю на майбутнє.

Незважаючи на певний рівень вивченості зазначеної теми, проблема лишається актуальною, оскільки реалії сучасного життя постійно ставлять перед нами нові виклики, які доводиться вивчати щоразу під новим кутом зору, залежно від нових умов та ситуативних завдань. Означені питання не втрачають своєї актуальності й потребують подальшого дослідження.

Список використаних джерел:

1. Вознюк О. В. Розвиток особистості педагога в умовах цивілізаційних змін: теорія і практика : Монографія. – Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2013. – 614 с.
2. Загрибельна Н. В. «Професійний розвиток педагога як складова його творчої індивідуальності» Освітній проект «На урок». Режим доступу: <http://surl.li/fvmov>
3. Сергієнко Т. Вплив сучасної освіти на сталий розвиток суспільства // Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії. <https://doi.org/10.30839/2072-7941.2019.189242>
4. Сотська Г. І., Тринус О. В. Професійне становлення молодого вчителя. Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/719203/1/tmpC913.pdf>

УНІВЕРСИТЕТ: ЯК КАТАЛІЗАТОР ВІДРОДЖЕННЯ ЦИВІЛІЗАЦІЇ

Криза університетів у світі помічена та обговорюється у наукових публікаціях вже досить багато часу, орієнтовно 30-50 років. Але у чому полягає сутність причин та можливого виходу із цього катастрофічного стану? У попередніх тезах (Витоки) було розглянуте питання про саме першопричини і тому розглянемо – наслідки. Надається спроба визначення чи окреслення можливого шляху виходу.

На наше переконання, це згуртування молодого покоління науковців із знаними науковцями у взаємному доповненні у межах традиційних кафедр університетів. Край важлива сумісна робота, безупинне обговорення виникаючих проблем, парадоксів, що спостерігаються у діяльності колективу. Не формальне, а дійсно зацікавлене, коли науковці знаходять, виявляють час на спільну наукову роботу по обговоренню. Наведемо деякі аргументи на підтримку цього припущення, цієї гіпотези.

28 квітня 2023 року на просторах Google читаємо: «Так ось. Наукові медичні дослідження лікарів і психологів США, що саме продуктивний вік у людини починається у 60-70-80 років. Друга, найбільш продуктивна стадія у людини припадає від 70 до 80 років. Третій вік продуктивності праці від 50 до 60 років.

Отже, коли вам лише 50, 60, 70 або 80 років – ви знаходитесь на найкращому рівні свого життя» [1].

Про що це свідчить? Думаю, що про необхідність спроби в організації своєрідної творчої атмосфери, свого роду умов по проведенню «мозкового штурму» на регулярній основі. Тобто, молоді науковці зі значним науковим потенціалом ще не дозріли, не досягнули, найбільш продуктивного віку. І критично важливо щоб таке визрівання відбувалось у творчій та «запліднюючій» атмосфері.

«Узагальнюючи приблизне представлення часу генезису якості свідомості,

від **зростання** ($25 \cdot 0,632 = 16$ років, або 7%, або $16 \div 221 = 0,07$),
через **розвиток** ($3 \cdot 25 \cdot 0,632 = 47$ років, або 22%, або $47 \div 221 = 0,22$)
до **осягнення** ($10 \cdot 25 \cdot 0,632 = 158$ років, або 71%, або $158 \div 221 = 0,71$), набуття омріяного, бажаного стану свідомості, передбачає

тривале якісне життя активної, мудрої людини починаючи з 63 років, або з 29% теоретичної тривалості життя! Як то кажуть – є до чого прагнути усій університетській спільноті (16+47+158 = 221 рік, або 100%, або 1)» [2]. Отже, вік молодого покоління викладачів, молодих науковців, це зовсім не 50, 60, 70 або 80 років. Це 25-30 років, що відповідає лише другій фазі генезису свідомості: від зростання через розвиток до досягнення. І до досягнення потрібно пройти ще, «визрівати», на шляху довжиною у 25-30 років! Найважливіше, це у якому середовищі.

Таке спів падіння думки із статистичними даними не може бути випадковим. Таке збігання підтверджує правдивість теоретичного наукового прогнозування.

Увесь світ з благоговінням спостерігав відвагу народу України наприкінці лютого, у березні 2022 року і далі. Незважаючи на усе, народ інтуїтивно об'єднався та відстояв батьківщину у саму критичну мить. Сподіваємось що і в університетах України така єдність із мрії перетвориться у реальність, буде усвідомлена важливість збереження університетського середовища для формування нової генерації громадян, нації, і значить країни. Фундаментальна єдність – злиття молодого покоління студентів із викладачами нами розширено до єдності знаних викладачів із молодими науковцями.

Отже, перша думка – **безперервність у передачі знання**, культура знань, та творча атмосфера на кафедрах університетів, є абсолютною єдністю, що покладено у фундамент класичного університету в Україні. Бажано прочитати повість професора І.Грекова (О.С. Вентцель) «Кафедра» [3].

Висловлю другу думку – **дотриманні принципу «невідворотність покарання»** коли незадовільне навчання студентів призведе до відрахування і не приведе до скорочення викладачів.

Висловлю третю думку – **відмова від брехні**, коли студентів оцінюють по справжньому, а показники ліцензування не примушують ректорів за будь яку ціну залучати «наукові кадри» сумнівної кваліфікації.

Висловлю четверту думку – **слідування природного принципу відбору** у підборі найкращих викладачів та студентів.

Таким чином, якщо ми усі разом збережемо університети, перетворимо їх у творче продукуюче середовище, тоді ми збережемо батьківщину, країну. І гасло «Учиться! Учиться! Учиться!» не таке вже і погане, а навпаки, достойне, абсолютне. Це ще є свідченням, про цінність думок і у старі часи. У всі часи. Отже, потрібно ретельно і обережно вибирати усе цінне, що здобули наші пращури і не поспішати

слідувати лише запропонованим іншими «цінностями». Як зараз модно казати – критично мислити, бути креативними.

Кода. Або уточнююча назва тез: **Університет, що визначає шляхи відродження цивілізації.**

Список використаних джерел:

1. Найбільш продуктивна стадія у особи припадає від 70 до 80 років. Нова Січ – міжнародний козацький журнал. Джерело цієї інформації – «THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE» – «Медичний журнал Нової Англії» – (Англомовний медичний рецензований науковий журнал). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.novasich.top/?p=16290>

2. Мещанінов О. П. Генезис свідомості: від зростання через розвиток до осягнення. Наукове видання. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, Ольвійський форум - 2023. – 2 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://moodle3.chmnu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=718640>

3. І. Грекова (О. С. Вентцель) «Кафедра». (1978) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.ukrlib.com.ua/world/author.php?id=332>

УДК 378.016.091.313-044.247:5-057.875](043.2)

Недбаєвська Л. С.,

канд. пед. наук,

доцент кафедри фізики та математики,

Манькус І. В.,

канд. пед. наук,

доцент кафедри фізики та математики,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВИКЛАДАЧА ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК НА ОСНОВІ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

У Концепції розвитку педагогічної освіти України на період до 2029 року професійна кваліфікація педагогічного працівника визначена як сукупність здобутих особою компетентностей, що дають змогу здійснювати професійну педагогічну діяльність.

Підготовка педагогічного працівника має відповідати суспільним запитам, сформульованим у професійних стандартах та стандартах освіти, враховувати світові тенденції та рекомендації впливових міжнародних організацій щодо підготовки педагогів. Загальновизнаними перешкодами на шляху до створення якісної системи підготовки та професійного розвитку педагогів є: проблеми поєднання в програмі підготовки фахівців обраної предметної спеціальності з аспектами її викладання, а також урахування міждисциплінарних зв'язків; недостатня обізнаність педагога з методами та технологіями дослідницької діяльності.

Одними з чинників, що призвели до виникнення дисбалансу між суспільним запитом на висококваліфікованих педагогічних працівників та рівнем спроможності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та реалізації освітніх реформ в Україні є: траєкторії, моделі та технології підготовки і професійного розвитку педагогічних працівників, які зорієнтовані на формальне дотримання встановлених вимог, а не на особистісне та професійне зростання педагогічних працівників; невідповідність ключових професійних компетентностей випускників закладів педагогічної освіти запитам суспільства.

Реалізація завдань зазначених в Концепції та соціальні запити суспільства обумовлюють необхідність формування технологічної компетентності викладачів природничо-математичних дисциплін, що стане основою підготовки педагогів – технологів.

Ідея розробленого нами проєкту полягає у запровадженні моделі освітньої діяльності на основі компетентнісного, особистісного та STEM орієнтованого підходів

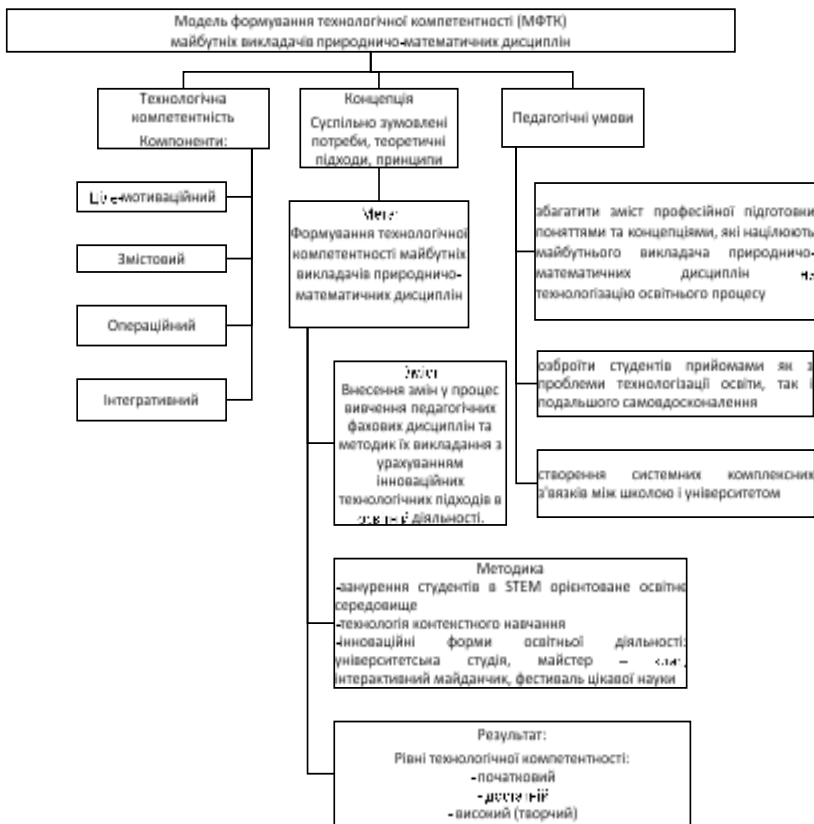
Мета проєкту: формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін на основі зазначених підходів.

Технологічна компетентність майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін визначається нами як здатність викладача до моделювання та проєктування освітньої діяльності як в сферах формальної так і не формальної освіт, та обумовлюється наступними компонентами:

1. Ціле-мотиваційний (забезпечує спрямованість майбутніх викладачів на технологізацію професійної діяльності при викладанні фізики).
2. Змістовий (забезпечує систему особистісно привласнених знань про механізми моделювання та проєктування освітнього середовища).

3. Операційний (задає систему шляхів, способів і прийомів здійснення технологізації навчального процесу).

4. Інтегративний (формує компетенції майбутнього викладача щодо побудови індивідуально-прийнятної дидактичної системи навчання або персонал технології).



Проектуючи та реалізуючи модель формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо математичних наук при викладанні методичних дисциплін, ми виходимо з того, що методична та технологічна підготовка майбутніх викладачів фізики та математики є органічним елементом загальної системи професійної підготовки студентів, має міцні зв'язки зі змістом інших дисциплін та потребує створення дидактичних умов, які сприяють формуванню та розвитку пізнавальної мотивації та її трансформації в професійну.

Розроблена нами модель формування технологічної компетентності майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін на основі технології контекстного навчання, методики занурення студентів у STEM орієнтоване освітнє середовище та інноваційних форм освітньої діяльності (університетська студія, майстер-клас, інтерактивний STEM майданчик, фестиваль цікавої науки) обумовила розвиток майбутнього викладача як педагога-технолога. Запровадження зазначеної моделі на кафедрі фізики і математики ЧНУ імені Петра Могили забезпечить високий рівень сформованості технологічної компетентності і конкурентоспроможності майбутніх фахівців.

Список використаних джерел:

1. Про затвердження концепції розвитку педагогічної освіти (№776 від 16.07.2018). URL: <https://mon.gov.ua/ua/npr/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>
2. Давидюк Н. STEM-освіта : сучасні підходи та перспективи впровадження / Н. Давидюк // Завуч. – 2016. – № 11. – С. 4-7.
3. Дармосюк В. М., Манькусь І. В., Васильєва Л. Я Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти / Інженерні та освітні технології // 2019. – Т 7. – №3. – С. 40-49.
4. Дармосюк В. М., Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Пархоменко О. Ю. Інноваційне освітнє середовище: технології створення / Інженерні та освітні технології // 2020. – Т 8(1). – С. 85-94.
5. Дінжос В. М., Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С., Дармосюк В. М. Технологічна компетентність майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін як складова його професійної підготовки / Фізико-математична освіта. – 2020. – Випуск 1(23). – С. 76-82.

Недбаєвська Л. С.,

канд. пед. наук,

доцент кафедри фізики та математики,

Манькусь І. В.,

канд. пед. наук,

доцент кафедри фізики та математики,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

STEM-МАЙДАНЧИК «DISCOVERY»: МЕДІА-ТЕХНОЛОГІЇ

Стрімкий розвиток цивілізації обумовлює глибокі зміни суспільних, культурних і освітніх цінностей поколінь.

Головною метою сучасної освіти є формування покоління людей, здатних згармонізувати взаємовідносини в системі «суспільство-природа» і зберегти людську цивілізацію від деградації. Особливу увагу в таких умовах розвитку суспільства слід приділити інформаційній концепції розвитку суспільства, яка в основному стосується найрозвиненішої форми живої матерії – людини. Ця концепція містить у собі дві якісні характеристики: інформативність та енергетичну сутність інформації, які тісно пов'язані зі свідомістю людини. Сучасне суспільство характеризується зростанням щільності інформаційних потоків, які впливають на життя людини, зокрема її духовність та систему цінностей.

Здатність жити та адаптуватися в інформаційному суспільстві забезпечується формуванням у молоді соціальної та громадянської компетентностей, а також інформаційно-цифрової грамотності та підприємливості.

Мета: розробка STEM-майданчика «Discovery», який забезпечує формування у його учасників інформаційно-цифрової грамотності на основі залучення до медіа-технологій та стимулює розвиток підприємницьких якостей.

Завдання:

- познайомити учнів з основними принципами відбору інформації для створення відеорепортажу;
- розвинути навички відбору необхідного фізичного обладнання для досліджень особливостей різних куточків планети;
- формувати уявлення про медіа-технології, а саме роботу знімального майданчика та монтування відеоматеріалу.

Науковий STEM-майданчик «Discovery» – це освітнє середовище, в якому студенти разом з учнями загальноосвітніх шкіл Миколаївщини та

Херсонщини працюють над створенням найкращого репортажу з різних куточків нашої планети. Учасники занурюються у медіа-технології, де кожен з них працює на своєму телеканалі. В знімальній студії працювало шість майданчиків: Discovery-Азія, Discovery-Африка, Discovery-Атлантичний океан, Discovery-Америка, Discovery-Україна, Discovery-Європа. Кожна команда готує репортаж про життя різноманітних тварин та дослідити, якими фізичними законами, явищами і процесами характеризується середовище їх проживання. Репортери з допомогою своїх наставників (медіа-майстрів) опановують майстерність демонстрації фізичних явищ, процесів і властивостей, таких як резонанс, конвекція, статична електрика, тиск, інтерференція, електризація, явища торнадо, туману та осмосу.

Учасники-репортери напрочуд активно поринали у «світ відкриттів» – «Discovery world», і дуже гарно демонстрували свої наукові відкриття на прикладах живої та неживої природи, зокрема, як павук використовує гідравліку для того, щоб пересуватися; кіт, «знаючи» закон збереження імпульсу, при падінні з висоти завжди приземляється на лапи; дельфін користується ехолокацією для уникнення перешкод та полювання.

Дуже приємно здивувала всіх команда Discovery-Америка, яка досліджувала поведінку комах Америки. Репортери почали свою презентацію англійською мовою. Це була творча імпровізація, яку дуже гарно сприйняли всі учасники та гості майданчику. Таким експромтом цей знімальний майданчик виборов перемогу та показав на своєму прикладі, що, дійсно, STEM-майданчики в такому форматі розвивають уяву, фантазію та творче мислення. Після презентації всіх знімальних майданчиків в студії учасникам було запропоновано обрати в кожному з них дослід чи демонстрацію, що найбільш сподобалась, дослід «на біс».

У Discovery-Азії це була неньютонівська рідина, Discovery-Америці – інтерференція на крилах бабки, Discovery-Атлантичному океані – електричний скат, Discovery-Африці – жираф, який навчився використовувати закони статички для комфортного проживання, Discovery-Європі – явище «туманного Альбіону» та в Discovery-Україні – вогняне торнадо.

Приємно вразило те, що учасники запам'ятали не тільки демонстрації, а й фізичні закони та формули, якими вони пояснюються. Особливо всім запам'ятався закон збереження енергії, що є фундаментом всіх фізичних законів.

Отже, STEM-майданчик «Discovery» забезпечує формування соціальної поведінки як компетентності, що розглядається у ролі

«коктейлю» умінь і навичок особистості та поєднує здатність працювати в групі, ініціативність, креативність, інформаційно-цифрову та художню грамотність, здатність до підприємництва у медіа-просторі.

Список використаних джерел

1. Авторське свідоцтво №95901 «Bank of science» від 10.02.2020.
2. Авторське свідоцтво №95902 «STEM-майданчики як технологія трансдисциплінарного підходу в освітній діяльності в НУШ» від 10.02.2020.
3. Авторське свідоцтво №96341 «Університетські студії як інноваційна форма педагогічної освіти» від 25.02.2020.
4. Дінжос Р. В., Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. STEM-майданчики як компонент розвитку нової української школи // Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі. Миколаїв, 2018. – №24. – С. 5-7.
5. Заїка В. STEM-освіта: інноваційна технологія для розвитку здібностей учнів / В. Заїка, І. Переяслова // Директор школи. – 2018. – № 19-20. – С. 65-76.

УДК 303.4:316.324.8](043.2)=111

Tatarenko Viktoriia

PhD of administrative management (Kyiv , Ukraine),
Bratislava , Slovakia

ORCID: 0000-0002-1397-028X

GLOBAL CHALLENGES: INTERDISCIPLINARY SOLUTIONS AND INNOVATION

Introduction: Today scientific research is increasingly expected to address societal challenges. This places new demands for the universities, research performers and individual researchers. While societal impacts are required, it is evident that the outcomes of impactful research needs to be acceptable for the wider population that is bearing the consequences. As a result, researchers' skill requirements are broadening from capability to perform disciplinary research tasks, to team skills and interaction with the wider society.

Creating an interdisciplinary research proposal and doing the actual research demand different competencies and greater coordination (and resources) compared with disciplinary research. Granting agencies and re-

search institutions should realise this greater management and provide needed support. [1]

The aim of the study: Interdisciplinarity is defined as ‘the involvement of two or more academic, scientific, or artistic disciplines’. Applied to learning, this would mean taking a holistic approach, combining multiple disciplines to achieve one common purpose.

Based on Plato’s ideal of unity as the highest good in all things, interdisciplinarity draws methods from different disciplines and merges them to produce cognitive advancement, that is, examining or solving a theme, problem, issue or experience.

Unlike multidisciplinary, where no connections are made between the subjects of study, interdisciplinarity focuses on integration, comparing different concepts and insights across subjects to gain new knowledge. [2]

As contemporary members of society, it is incumbent upon us to advocate for a sustainable future that prioritises inclusivity and ensures that no one is excluded. By engaging in impactful advocacy, conducting independent research, and actively contributing to the development of sustainable public policies, we ought to work towards expediting sustainable progress and guaranteeing dignified living for everyone. [3]

The foundation of our fundamental principles should rest upon the incorporation of Planet, People, Prosperity, Peace, and Partnership. Through collaborative efforts, we have the capacity to generate a positive influence on the world and shape a future that is both sustainable and equitable.

Contemporary individuals ought to advocate for policies that prioritise the well-being of both people and the planet, simultaneously fostering economic prosperity and social stability. By addressing the underlying causes of poverty and inequality, we have the potential to construct a world where every individual has the opportunity to lead a joyful life and pursue dignified living. [3]

In the midst of constantly evolving landscapes of uncertainty, we require individuals who comprehend the connections between diverse disciplines and their relevance to the contemporary context. The challenges we face today in the real world are largely interdisciplinary, necessitating solutions that span across multiple fields. Approaching learning through the study and integration of multiple subjects, people can acquire important life skills such as collaboration, critical analysis and problem-solving, while also being able to apply these abilities to different backgrounds. This way, humans face challenges with an innovative mindset that efficiently adapts to current demands, encouraging and creating new solutions to current needs. [4]

Examples of Successful Interdisciplinary Research:

Several examples of interdisciplinary research have yielded significant contributions to society:

1. **Neuroeconomics:** This field combines insights from economics, psychology, and neuroscience to better understand decision-making processes and economic behaviour.

2. **Environmental Studies:** Researchers from various disciplines work together to address complex environmental challenges, such as climate change, by integrating insights from ecology, geology, economics, and sociology.

3. **Biomedical Engineering:** Combining principles of biology and engineering, this field has led to advancements in medical devices, prosthetics, and drug delivery systems.

4. **Digital Humanities:** Scholars merge computer science with humanities disciplines to analyse and preserve cultural artefacts, texts, and historical records using digital tools and techniques. [5]

The outputs from scientific research are many and varied, including: research articles reporting new knowledge, data, reagents, and software; intellectual property; and highly trained young scientists.

Funding agencies, institutions that employ scientists, and scientists themselves, all have a desire, and need, to assess the quality and impact of scientific outputs. It is thus imperative that scientific output is measured accurately and evaluated wisely. Three themes run through these recommendations:

- the need to eliminate the use of journal-based metrics, such as Journal Impact Factors, in funding, appointment, and promotion considerations;
- the need to assess research on its own merits rather than on the basis of the journal in which the research is published;
- and the need to capitalise on the opportunities provided by online publication (such as relaxing unnecessary limits on the number of words, figures, and references in articles, and exploring new indicators of significance and impact).

Through the research, the aim is to provide evidence-based solutions to some of the world's most pressing environmental and social challenges. In our conviction, the progression of knowledge and comprehension paves the way for a more sustainable and equitable future.

Dedicated to fostering partnerships with individuals and organisations that align with the vision for a sustainable future, collaborative efforts are believed to bring about lasting change and contribute to making the world a better place for all.

Conclusion: Ensuring the successful implementation of capacity-building and technology transfer initiatives involves fostering partnerships and collaborations with governments, international organisations, academia, civil society, and the private sector. Through collective collaboration, the utilisation of collective strengths, resources, and expertise aims to create a multiplier effect, amplifying the impact of these endeavours.

Additionally, prioritising inclusivity and equity in capacity-building and technology transfer activities involves striving to ensure that marginalised communities, developing nations, and underrepresented groups have equal access to knowledge, training, and technological advancements. Through targeted outreach programs and partnerships with local organisations, the goal is to bridge the digital divide and empower those who are most vulnerable to actively participate in sustainable development, a collective dedication to advancing capacity-building and technology transfer is crucial within the global vision and mission to attain world peace and development. Through empowering individuals, encouraging collaboration, and facilitating the transfer of knowledge and technologies, confidence lies in the capacity to propel meaningful change and establish a sustainable future for generations to come.

Reference

1. <https://www.leru.org/files/Interdisciplinarity-and-the-21st-Century-Research-Intensive-University-Full-paper.pdf>
2. Coalition for advancing research assessment - COARA, (2020), <https://coara.eu/agreement/the-agreement-full-text/> The Agreement on Reforming Research, Assessment, (2020).
3. <https://fas.org/wp-content/uploads/2023/07/Increasing-Interdisciplinary-Research-ICSSI-Hackathon.pdf>
4. <https://blog.advantere.org/resolutionary-thinking/what-is-an-interdisciplinary-approach-and-how-can-it-help-you/>
5. <https://ecorrector.com/the-challenges-and-benefits-of-interdisciplinary-research-crossing-boundaries/>

ЗМІСТ

Секція ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

ПІДСЕКЦІЯ: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

<i>Скоройд М. Ю.</i> Керування приводами через сервіси IoT.....	3
<i>Димитров Ю. Ю., Рандюк А. А.</i> Архітектура системи віддаленого моніторингу технологічного обладнання	6
<i>Сідєєв М. І., Прищєнов О. Ф., Щєсюк О. В., Андрєєв В. І., Димитров Ю. Ю.</i> Перспективи модернізації технічних об'єктів регіонального офісу водних ресурсів Миколаївської області	8
<i>Сідєєв М. І., Бенюх В. В.</i> Комплексний підхід в автоматизації насосних станцій водопостачання для попередження аварій технологічного обладнання	12
<i>Войтасик А. М.</i> Система енергозбереження автономної радіогідроакустичної станції	17
<i>Трунов О. М., Гекова Т. В., Нєрега М. В.</i> Розробка автоматизованої системи літальних апаратів для виявлення об'єктів на земельній ділянці.....	22
<i>Прищєнов О. Ф., Щєсюк О. В., Розганяєв Д. О., Андрєєв В. І.</i> Автоматизація процесів газообміну в двигунах внутрішнього згорання без застосування розподільчих валів	25
<i>Трунов О. М., Позняков О. В., Терещєнко Г. Ю.</i> Ефективність та удосконалення застосування дронів у АСК побутоу	28

ПІДСЕКЦІЯ: Інтелектуальні інформаційні системи

<i>Воробйова А. І.</i> Точні розв'язки математичної моделі транспортування рідини у пороеластичних матеріалах.....	33
<i>Болюбаши Н. М.</i> Автоматизація обробки оцифрованих документів із рукописними символами у державному секторі.....	36

Брагінець О. В., Магда О. В. Побудова точних розв'язків узагальнених рівнянь Кортвега-де Фріза зі змінними коефіцієнтами методом еквівалентності	41
Калініна І. О., Гожий О. П. Прогнозування на основі байєсівської моделі структурних часових рядів	46
Кучеренко Є. А., Кулаковська І. В. Система для виконання автоматизованої та паралельної обробки, валідації та структуризації даних.....	51
Донченко М. В. Підвищення інформативності графічних об'єктів на базі ГІС-технологій.....	55
Скакодуб О. С. Розробка програмного забезпечення на C++ для керування групою БПЛА	56
Сіденко Є. В., Кондратенко Г. В., Балутін В. О. Згорткові нейронні мережі для формування контуру будівлі	60
Смоленський М. М., Сіденко Є. В. Моделі та інформаційна технологія обробки і зберігання даних про пацієнтів в медичних установах з використанням технології RFID	66
Блиндарук А. О., Шаповалова О. О. Агрегації та аналіз даних за допомогою графових нейронних мереж та NURBS.....	69
Дінжос Р. В., Фіалко Н. М. Аналіз теплопровідності полімерних композитів наповнених технічним вуглецем та терморозширеним графітом	71

ПІДСЕКЦІЯ: Моделі, методи та засоби програмної інженерії

Антіпова К. О. Кодування позицій слів вхідних послідовностей для моделей типу трансформер.....	76
Антонов Я. С., Кандиба І. О. Інструментарій розробки програмного забезпечення передбачення цін	80
Ковальчук М. В., Бондаренко С. В. Цифрова трансформація логістичних процесів: автоматизація управління логістичним підприємством для підвищення ефективності	82
Решетнік Ю. В., Бондаренко С. В. Фінансове моделювання: Оптимізація портфеля та ризиків інвестицій	85

Гончарова Н. В. Позиція ЗВО у мережі Інтернет як запорука формування якісного контингенту студентів.....	87
Постриган О. О., Горбань Г. В. Застосування методу випадкового лісу в задачі прогнозування спортивних результатів з академічного веслування.....	93
Кірей К. О. Класифікація баз даних у контексті розвитку ІТ-технологій.....	98
Костюк Є. В., Боровльова С. Ю. Застосування AJAX у реалізації динамічного контенту	102
Кудрявцев А. В. Процедурний рекурсивний алгоритм генерації на основі трикутників.....	105
Лисенков Е. А. Нові багатофункціональні полімерні нанокомпозитні матеріали з комбінованим наповнювачем	109
Раленко В. С., Стоєв Є. Д. Програмне забезпечення унікалізації коду Ruydroid проєктів.....	111
Степанчук Д. К., Кандиба І. О. Програмне забезпечення класифікації змій на базі інструментарію ШІ	114
Боровльова С. Ю., Сомряков Б. О. Використання контейнера vector бібліотеки STL у розробці ігрових застосунків	115
Стовманенко В. О., Фаленкова М. В. Оптимізація інтерпретації байт-коду на мікроконтролерах.....	118
Стоєв Є. Д., Раленко В. С. Інтеграція мікросервісної архітектури в промислові IoT системи реального часу: виклики, стратегії та кращі практики	121
Фісун М. Т., Кандиба І. О. Мовні засоби декомпозиції і синтезу графових моделей.....	124
Ковальчук М. В., Фісун М. Т. Імітаційне моделювання у прогнозуванні попиту та оптимізації запасів у логістичних ланцюгах	127
Швед А. В. Метод групових експертних оцінок якості програмного забезпечення.....	129

ПІДСЕКЦІЯ: Комп'ютерна інженерія

<i>Алексейко В. О., Павлова О. О.</i> Застосування машинного навчання для прогнозування температури земної поверхні відповідно до кліматичного районування.....	132
<i>Баландін Я. В., Журавська І. М.</i> Система попередження ДТП шляхом виявлення засинання водія.....	135
<i>Басов Д. Є., Пузирьов С. В.</i> Розподілена система детектування рухомих об'єктів та обміну інформацією на базі LoRaWAN.....	138
<i>Буряк М. Р.</i> Методи та засоби оптимізації використання ресурсів в Kubernetes кластера 141	141
<i>Варанкін Д. В., Обухова К. О.</i> Система дального радіозв'язку для контролю датчиків на основі одноплатних мікро-комп'ютерів з LoRa.....	144
<i>Гончаров Д. С.</i> Емпірична оцінка якості вимірювань датчика пульсу шляхом статистичної обробки даних.....	146
<i>Данилова О. М., Бурлаченко І. С.</i> Апаратно-програмний комплекс моделювання руху протезів.....	151
<i>Завгородній К. С., Бурлаченко І. С.</i> Система відеоспостереження для запобігання промисловим травмам.....	155
<i>Козявко Л. О., Пузирьов С. В.</i> Адаптивне управління освітленням в приміщенні за допомогою датчиків та алгоритмів машинного навчання.....	159
<i>Косолап І. Д., Бурлаченко І. С.</i> ERP для обліку комплектуючих на базі Raspberry Pi.....	162
<i>Кравченко П. К., Бурлаченко І. С.</i> Використання CNN та Spring Boot на базі Raspberry Pi Zero W для виявлення гострого лімфобластного лейкозу.....	165
<i>Лосіцький П. М., Журавська І. М.</i> Розробка та вдосконалення алгоритмів управління БПЛА для місій пошуку та порятунку.....	168
<i>Лялюк В. М., Бурлаченко І. С.</i> KYC-верифікація для вебплатформи торгівлі товарами подвійного призначення на базі Banana Pi M3.....	171
<i>Михайлов О. О., Пузирьов С. В.</i> Розподілена система моніторингу параметрів оточуючого середовища на базі LoRaWAN.....	174

Медвінський С. В. Аналіз методів відслідковування напрямку погляду під час використання комп'ютерних систем.....	178
Молочков В. М., Войтов В. М., Жеребкін С. Є., Лаврухін В. В., Ситніков В. С. Застосування методів комп'ютерної інженерії при моделюванні та розробці алгоритмів розширеного пошуку груп користувачів у соціальних мережах.....	184
Онацький В. В., Савінов В. Ю. Розробка методу вирішення спадкоємності в децентралізованих комп'ютерних системах за допомогою смарт-контракту.....	187
Петіков В. В., Салтовський Б. ГІнтерактивне табло на адресних світлодіодах.....	190
Ремінна В. А., Крайник Я. М. Розумна тростина для сліпих.....	192
Семенов В. В. Сучасні САПР для проектування друкованих плат....	195
Старченко В. В. Система відеомоніторингу з низьким с поживанням електроенергії на базі мікропроцесорного модуля DFRobot FireBeetle	197
Стрельбицький А. А., Журавська І. М. Розвиток систем Інтернету речей для інтеграції з індустрією 4.0 та виробничими процесами.....	203
Тогоєв О. Р. Засоби LTE-сніфінгу	206
Ухань Є. О. Математична модель позиціонування WiFi-джаммерів для формування контрольованої зони у сегменті локальної мережі.....	209
Євсюков Є. А., Дарнапук Є. С. Використання системи «Розумний дім» на базі ESP8266 як частини системи безпеки оселі	212
Жуланов М. О., Крайник Я. М. Комплекс для моніторингу інтенсивності землетрусів та оцінки наслідків на базі сенсорів IoT.....	215
Ісаєв Т. С., Кузьмін А. А. Застосування комп'ютерного зору для раннього виявлення пожеж на сміттєзвалищах	218
Павлова О. О., Рудик І. В. Застосування машинного зору для обробки похибок сигналів тривоги отриманих відеозображень	221

Секція
АКАДЕМІЧНІ СВОБОДИ, УНІВЕРСИТЕТСЬКА АВТОНОМІЯ,
НАУКА І ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Мещанінов О. П. Витоки.....	223
Букач М. М. Соціальна адаптація та інтеріоризація як складові соціалізації особистості.....	225
Клименюк Н. В. Професійне становлення педагога як гарантія сталого розвитку освіти.....	228
Мещанінов О. П. Університет: як каталізатор відродження цивілізації	231
Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. Модель підготовки майбутнього викладача природничо-математичних наук на основі STEM орієнтованого підходу.....	233
Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В. STEM-майданчик «Discovery»: медіа-технології	237
Tatarenko Viktoriia Global challenges: interdisciplinary solutions and innovation	239

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Редактор *О. Михайлова*. Комп'ютерна верстка *К. Гросу-Грабарчук*
Друк *С. Волинець*. Фальцювальню-палітурні роботи *О. Мішалкіна*

Підп. до друку 14.06.2024
Формат 60х84^{1/16}. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 11,2. Обл.-вид. арк. 10,2.
Тираж 10 прим. Зам. 6848.

Видавець та виготовник:
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.20