

Державний заклад
«ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені К. Д. УШИНСЬКОГО»



ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ДВАДЦЯТЬ ТРЕТЯ ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

ІНФОРМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

24 квітня 2026 р.

Одеса – 2026

Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять третьої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 24 квітня 2026 р. - Одеса, 2026. – 208 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради
Університету Ушинського
(протокол № 13 від 30.04.2026 р.)

Організатори конференції продовжують традицію обміну досвідом у сфері освіти та використання інформаційних технологій. У конференції приймають участь студенти, аспіранти та молоді науковці вищих навчальних закладів України.

Тематика конференції охоплює наступне коло питань: сучасні інформаційні технології; інтелектуальні системи; методика викладання інформатики; інформаційні технології в освіті; психолого-педагогічне забезпечення інформатизації навчальної діяльності; дистанційна освіта і глобальні телекомунікаційні мережі; математичне моделювання й інформаційні технології; інформатизація системи керування освітою; інформаційні технології в менеджменті.

Наукові керівники:

завідувачка кафедри прикладної математики та інформатики навчально-наукового інституту природничо-математичних наук, інформатики та менеджменту, д. т. н., проф. Т. Л. Мазурок,
завідувач кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем факультету математики, фізики та інформаційних технологій ОНУ імені І. І. Мечникова, д. т. н., проф. Є. В. Малахов

Оргкомітет:

Голова:

Ректор Університету Ушинського,
д. і. наук, доц. А. В. Красножон

Заступники голови:

Проректор з наукової роботи Університету Ушинського, д. політ. н., проф. Г.В. Музиченко,
Директор навчально-наукового інституту природничо-математичних наук, інформатики та менеджменту, д. пед.н., проф. О. І. Ордановська,
Декан факультету математики, фізики та інформаційних технологій
ОНУ імені І. І. Мечникова, д. ф-м. н., проф. Ю. А. Ніцук

Члени оргкомітету:

д. т. н., проф.	Є. В. Малахов	д. т. н., проф.	Т. Л. Мазурок
д. т. н., проф.	Ю. О. Гунченко	к. п. н., доц.	А. О. Яновський
ст. викладач	І. М. Лісіцина	викладач	О. Я. Рубанська
ст. викладач	Н. Ф. Трубіна	к. ф.-м. н.	О. П. Бойко
ст. викладач	В. А. Корабльов	PhD, associated prof. (Poland)	A. Rychlik

© Навчально-науковий інститут природничо-математичних наук, інформатики та менеджменту Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», кафедра прикладної математики та інформатики, 2026

© Факультет математики, фізики та інформаційних технологій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем, 2026

З М І С Т

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУВ ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ	11
Перезва О. В., Банарь Д. В., Рубаха О. М.	11
АНАЛІТИЧНА ВЕБ-СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ ТА ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ У ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ	14
Богат Є. І., Розум М. В.	14
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ	17
Тарановська С. Ю. , Мазурок Т. Л.	17
МЕТОДИКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПЕРСОНІФІКОВАНИХ МАРКЕТИНГОВИХ СТРАТЕГІЙ	18
Мойсеев М. Г.	18
ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ БІОСТАТИСТИКИ ТА МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ» НА ПЛАТФОРМІ SHAREPOINT ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ СТУПЕНЯ PhD	20
Пишнограєв Ю. М., Строїтелева Н. І.	20
ЗАСОБИ АДАПТАЦІЇ ДАНИХ СОНАРА ПРИ ВИКОРИСТАННІ В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ	23
Шумейко К. П.	23
COGNITIVE PLATFORM ENGINEERING: REVIEW OF RESEARCH AREAS AT THE ITM OF NASU	25
Tereshonok M., Prokopchuk Y.	25
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЕННЯ ПАРОЛІВ	27
Зиков М. Є.	27
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТНОГО НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ	31
Федорова М. С. , Мазурок Т. Л.	31
COMPUTER AND MATHEMATICAL MODELLING OF THE OPERABILITY OF AUTOMOTIVE PARTS USING SOLIDWORKS AND MATHCAD	32
Rudyk O. Yu., Yefimchuk M. M., Pashchenko V. Yu	32
THE USE OF SOLIDWORKS AS AN INFORMATION TECHNOLOGY IN EDUCATION	34
Rudyk O. Yu., Mukhlio R. O., Yakimtsov A V.	34
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ BLOKCHAIN У СИСТЕМІ ОСВІТИ	36
Бурячок А. В., Шаріпова І. В.	36

ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ МЕТОДАМИ СТЕГАНОГРАФІЇ.....	38
Комар Ю. М., Олефіренко Н. В.	38
ФОРМУВАННЯ ШАБЛОНІВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ КЕЙСІВ З РОЗПІЗНАВАННЯ ФЕЙКІВ ТА ДЕЗІНФОРМАЦІЇ В БАЗОВІЙ ШКОЛІ.....	40
Реулець М. В., Мазурок Т. Л.	40
КОРПОРАТИВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМИ ДЛЯ КОНСУЛЬТУВАННЯ МОЛОДШИХ СПЕЦІАЛІСТІВ	41
Ірлик Н. Ю.....	41
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗВЕРНЕНЬ МЕТОДАМИ NATURAL LANGUAGE PROCESSING З ПРИЙНЯТТЯМ РІШЕНЬ	44
Дейнега Д. О.	44
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ КАТАЛОГІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕЧНОГО ФОНДУ	46
Прущак В. К., Лапаєв А. В.	46
РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ КРИПТОГРАФІЇ	48
Горьковенко Є. І., Кушніренко Н. І.	48
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ ДО РОБОТИ ЗІ ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНИМИ СИСТЕМАМИ	50
Чуєнко В. В., Мазурок Т. Л.	50
ГІПЕРБОЛА ТА ЇЇ ГЕОМЕТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.....	51
Дроць А. І., Халецький Ю. В.....	51
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ОСНОВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ	53
Чулкова А. О., Мазурок Т. Л.....	53
РЕАЛІЗАЦІЯ КРОСПЛАТФОРМНОГО ДОДАТКА ДЛЯ КОНТРОЛЮ АКАДЕМІЧНОЇ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗАСОБАМИ .NET MAUI ТА SQLITE ..	54
Тюртюбек У. М.....	54
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА КОНВЕЄРІ.....	56
Остапенко А. В.	56
ЗАСТОСУВАННЯ LEGO MINDSTORMS EV3 У ДІЯЛЬНОСТІ ШКІЛЬНОГО ГУРТКА З ОСНОВ РОБОТОТЕХНІКИ.....	58
Власенко О. О., Гайдусь А. Ю.	58
ГІБРИДНИЙ МЕТОД СЕМАНТИЧНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ НЕІНФОРМАТИВНИХ ЗАПИСІВ У СИСТЕМНИХ ЛОГАХ	59
Суходольський Р.	59
СИСТЕМА КООРДИНАЦІЇ ГРУПИ РОБОТІВ ДЛЯ СПІЛЬНОГО ВИКОНАННЯ ЗАДАЧ	61
Грекова В. Ф.	61

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНКИ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	62
Іванова М. С.	62
РОЗРАХУНОК НЕВИЗНАЧЕНОСТІ СЕГМЕНТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ	65
Димо В. В.	65
ВИБІР СТЕКУ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНОЇ ЛОГІСТИКИ	67
Небога М. О., Гришин С. І.	67
МЕТОДИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	69
Небога М. О., Гришин С. І.	69
ЗАСТОСУВАННЯ FINE-TUNED МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ СТАНУ KUBERNETES КЛАСТЕРІВ.....	70
Власенко О. Г., Платонов В. В.	70
ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY LOGIC В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ.....	72
Денисенко Н. В., Стукалов С. А.	72
АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У ДАНИХ.....	73
Вітрук Д. О.	73
РОЗРОБКА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ЗАСТОСУНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ .NET MAUI, SIGNALR ТА ASP.NET CORE.....	75
Буток А. В.	75
СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ВЗАЄМОДІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРА З ХМАРНОЮ ПЛАТФОРМОЮ УПРАВЛІННЯ	77
Панов В. М., Шугайло Ю. Б.	77
ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДО СОЦІАЛЬНИХ АТАК	78
Рибак Д. Є., Вінковська І. С.	78
ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ МЕДИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ НА ОСНОВІ ГРАДІЄНТНОГО БУСТИНГУ ТА SHAR-АНАЛІЗУ	80
Нікітін Н. О., Болъонков В. О.	80
МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДІЙ АГЕНТІВ В МУЛЬТИАГЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	83
Мізгулін Г. П., Пенко В. Г.	83
ІГРОТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ЛАБІРИНТІВ НА ОСНОВІ АНТАГОНІСТИЧНИХ ІГОР.....	85
Непомняща М. О., Платонова Є. В.	85
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ ШЕСТИКЛАСНИКІВ.....	87
Оліферчук В. О.	87

ЦИФРОВА ЕКОСИСТЕМА СЕРВІСІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	89
Кисельова О. Б., Мініч Н. О.	89
ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ.....	91
Ребров О. М., Андрієвська В. М.	91
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА УМОВ ОБМЕЖЕНОГО НАБОРУ ОЗНАК.....	93
Вадіс Н. А.	93
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ В СТАРШІЙ ШКОЛІ	95
Самошина Є. О., Мазурок Т. Л.	95
ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ.....	96
Вадіс Н. А.	96
КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНИХ ПЕРЕШКОД ПРИ НАВІГАЦІЇ	99
Привалов А. Г., Рудніченко М. Д., Шибасєва Н. О.	99
АНСАМБЛЕВІ ГІБРИДНІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ У ФІНАНСАХ.....	101
Шведов Д. С.	101
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ІНВЕСТОРІВ.....	103
Шведов Д. С.	103
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ НЕКОНВЕНЦІЙНИХ ДАНИХ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ.....	105
Сідельнікова А. С., Шибасєва Н. О., Рудніченко М. Д.	105
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	107
Коев Л. Ю., Шпінарева І. М.	107
РОЗРОБКА ПРОЄКТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У СФЕРІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	109
Коев Л. Ю., Шпінарева І. М.	109
РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ КАТАЛОГІЗАЦІЇ ПРИВАТНОЇ БІБЛІОТЕКИ	111
Прущак В. К., Лапаєв А. В.	111
АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ У ВІДЕОПОТОЦІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ.....	113
Астененко С. В., Нєнов О. Л.	113

ПРОБЛЕМИ ПЕРЕВІРКИ ПОХОДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ АРТЕФАКТІВ.....	115
Паталашко П. Ю., Антоненко О. С.....	115
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РУХОМИМ ОБ'ЄКТОМ.....	117
Борщ А. О., Рачинська А. Л.....	117
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ У ГЕТЕРОГЕННІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ	118
Гавинський І. А., Малахов Є. В.	118
ХМАРНА ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ТРАНСКРИБАЦІЇ І АНАЛІЗУ ТЕЛЕФОННИХ ДЗВІНКІВ.....	120
Гайдук Д. І., Волощук Л. А.	120
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ХМАРНИХ СИСТЕМ У ПАРАДИГМІ ІНФРАСТРУКТУРА ЯК КОД	122
Гудевич В. С., Антоненко О. С.	122
ROLLUPS AND DATA AVAILABILITY FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF BLOCKCHAIN TRANSACTIONS PROCESSING	124
Dvorchuk D., Shpinareva I.....	124
РОЗПОДІЛЕНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ КОНФЕРЕНЦІЯМИ У ГЕТЕРОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ	126
Денисенко О. В., Лісіцина І. М.	126
ПРОБЛЕМА ДЕВІАНТНОЇ ПОВЕДІНКИ ШІ В КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ	129
Жар М. Ю., Малахов Є. В.....	129
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕННЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМУ ЗГІНІ БАЛОК.....	130
Земляний О. О., Іщенко О. В.....	130
ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ НАЙКОРОТШОГО МАРШРУТА ДЛЯ КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМ ТРАНСПОРТОМ	132
Коба В. В., Шпінарева І. М.....	132
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ НА ЖОРСТКІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	134
Ісмаїлова А. Ш., Рачинська А. Л.....	134
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ОБМІНУ ТЕКСТОВИМИ ТА ПОТОКОВИМИ ДАНИМИ НА МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ДИСТАНЦІЯХ	135
Ковальчук М. О., Малахов Є. В.	135
АКТИВНО-ПАСИВНИЙ ШІФЕР AIRCRACK-NG ДЛЯ РОБОТИ З ПРОТОКОЛАМИ СІМЕЙСТВА IEEE 802.11	138
Косоруков Є. Є., Шпінарева І. М.....	138
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ ПРИ РОБОТІ З ВЕЛИКИМИ ФАЙЛАМИ.....	140
Костенко Д. Р., Іщенко О. В.	140

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РОЄМ ДРОНІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ SAAS.....	141
Круш А. І., Малахов Є. В.....	141
ВИКОРИСТАННЯ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ НАВЧАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ ГРАФІВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ.....	144
Бойко О. П., Власов А. О.	144
МЕТОДИ ОБРОБКИ ВІДЕОПОТОКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ КРИЗОВОГО МОНІТОРИНГУ	146
Куликов В. В., Шпінарева І. М.	146
ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПАРКІНГУ	148
Луценко А. А., Розновець О. І.....	148
ВИКОРИСТАННЯ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	151
Бойко О. П., Супляков О. М.....	151
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА В СЕРЕДОВИЩІ З ОПОРОМ	153
Марцинко Д. С., Рачинська А. Л.....	153
СИСТЕМА ЖЕСТОВОГО УПРАВЛІННЯ БПЛА	154
Набока В. Д., Шестопапов С. В.....	154
МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ІОТ СЕНСОРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	157
Продан Р. П., Антоненко О. С.....	157
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗМІТКИ ДАНИХ У ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ НА ОСНОВІ SEMI-SUPERVISED ТА ACTIVE LEARNING.....	158
Скуріхін О. В., Петрушина Т. І.	158
ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ХМАРНОЇ АРХІТЕКТУРИ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У КОНТЕКСТІ BIG DATA.....	161
Терзі Д. Д., Волощук Л. А.	161
АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЕРСТАТИВ З ЧПУ НА БАЗІ ІоТ	163
Тимошенко О. Є., Волощук Л. А.	163
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ТА СОРТУВАННЯ У ПРОФІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ	165
Бойко О. П., Блохін М. Ю.....	165
МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ІОТ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ІЗ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	168
Щербина Є. Д., Шпінарева І. М.	168
ДО ПИТАННЯ ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ.....	170
Бойко О. П., Рибак О. В.	170

ВІЗУАЛЬНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ КОДУ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОЇ ГРАМОТНОСТІ НА ПОЧАТКОВОМУ ЕТАПІ ВИВЧЕННЯ PYTHON.....	173
Халецька К. В., Бойко О. П.	173
ВИКЛАДАННЯ РОЗДІЛУ «MS EXCEL» КУРСУ ІНФОРМАТИКИ З РОЗВ’ЯЗАННЯМ ЗАДАЧ ЖИТТЄВОЇ ПРАКТИКИ.....	176
Кобякова Л. М., Рябова М.	176
АРХІТЕКТУРА БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ IEEE 802.11	177
Солощенко А. В., Каменєва А. В.	177
ОСОБЛИВОСТІ МЕРЕЖ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ.....	179
Романченко В. С., Мартинович Л. Я.	179
ОПТИМІЗАЦІЯ ЕТАПУ RETRIEVAL У RAG-СИСТЕМАХ ЗАСОБАМИ КЛАСТЕРНОГО ТА КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ	181
Геращенко С. Т., Платонов В. В.	181
КОМП’ЮТЕРНА ГРАФІКА: СИСТЕМНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ...	182
Богдан О. О., Попков В. Д., Шаріпова І. В.	182
АСИНХРОННИЙ RS-ТРИГЕР З ОДНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ’ЯЗКОМ.....	185
Ткачук Д. В., Гунченко Ю. О.	185
ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА У СТАРШІЙ ШКОЛІ.....	186
Бойко О. П., Фисина В. В.	186
ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВОГО ПОЛЯ В ГРІ «СУДОКУ».....	188
Мартинович Л. Я., Гунченко А. Ю.	188
СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ МІКРОПЛАСТИКУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ ЧОРНОГО МОРЯ	190
Корабльов В. В., Корабльов В. А.	190
ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	193
Кіпер С. Ю.	193
МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ КРУГІВ ЕЙЛЕРА-ВЕННА У 5-6 КЛАСАХ	194
Краснянська Є. С., Яковлева О. М.	194
МУЛЬТИМОДАЛЬНА СИСТЕМА БЕЗКООНТАКТНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА НА БАЗІ КОМП’ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ПЕРИФЕРІЇ.....	197
Калашніков А. М., Васильєв С. В.	197
РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПРОЄКТІВ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO В ШКІЛЬНИЙ КУРС ІНФОРМАТИКИ	199
Ткаченко О. С.	199
ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ З ПІДКРПІЛЕННЯМ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕМПІРИЧНИХ ПРАВИЛ.....	201

Рябов Д. М., Пенко В. Г.	201
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ДОСЛІДЖЕННІ ІСТОРІЇ	203
Худенко С., Левицький Н.	203
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	204
Довженко О., Худенко В.	204

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

Перезва О. В., Банарь Д. В., Рубаха О. М.

Відокремлений структурний підрозділ
«Одеський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного
університету «Одеська політехніка»

Ключові слова: цифрові інструменти, цифрові технології, освітній процес, тенденції, перспективи.

Сучасне суспільство вимагає внесення нововведень в процес освіти. Комп'ютери, інтерактивні дошки, проектори – це вже не щось нове, це необхідні засоби для покращення якості освітнього процесу. Вони дозволяють зробити процес навчання більш ефективним та інтерактивним, а також забезпечують доступ до новітніх технологій та знань.

Важливість впровадження цифрових технологій в освітній процес знаходить відображення у працях та розробках сучасних педагогів та дослідників. У своїх дослідженнях, як українські, так і зарубіжні науковці, часто висвітлюють питання розвитку та використання цифрових технологій в освітньому процесі. Серед таких науковців можна згадати В. Бикова, О. Бочко, О. Бурова, А. Гуржія, Т. Коваль, О. Колгатина, А. Коломійця, В. Кременя, С. Кузьменко, Н. Морзе, О. Співаковського, О. Спіріна, та інших.

Вони досліджують та описують не тільки важливість і ефективність використання цифрових технологій в освіті, а й розробляють методики використання цифрових інструментів для підвищення ефективності навчального процесу та досліджують їх вплив на якість освіти та розвиток здобувачів освіти.

Сучасні цифрові технології навчання — це інноваційні інструменти, методи та платформи, які використовують цифрові ресурси для підвищення ефективності освітнього процесу. Вони трансформують традиційну освіту, роблячи її більш доступною, інтерактивною, персоналізованою та результативною [1].

Основні напрямки цифрових технологій у навчанні:

1. Онлайн-платформи та LMS (Learning Management Systems): Google Classroom, Moodle, Canvas, Coursera, Prometheus, EdEra. Основними функціями даних цифрових інструментів є організація навчального процесу, зберігання навчальних матеріалів, контроль знань, комунікація між учнями й викладачами.

2. Мобільне навчання (m-Learning): використання смартфонів і планшетів для доступу до навчального контенту. Застосунки: Duolingo, Kahoot, Quizlet.
3. Доповнена та віртуальна реальність (AR/VR): створення віртуального середовища для імітації реальних ситуацій. Наприклад: симулятори для навчання медицини, авіації, інженерії.
4. Штучний інтелект (AI) у навчанні: персоналізоване навчання (рекомендації, адаптація складності матеріалів). Чат-боти й голосові помічники для навчання (наприклад, ChatGPT).
5. Гейміфікація освіти: впровадження ігрових елементів (бали, рівні, досягнення) для підвищення мотивації. Приклади: Classcraft, Minecraft Education Edition.
6. Хмарні технології: збереження й спільна робота над матеріалами в режимі онлайн. Інструменти: Google Drive, OneDrive, Dropbox.
7. Вебінари та відеоуроки: проведення лекцій, семінарів та майстер-класів онлайн. Платформи: Zoom, Microsoft Teams, YouTube, Webex.

Основними перевагами використання цифрових технологій в освіті є:

- Доступність навчання з будь-якої точки світу.
- Персоналізація навчального процесу.
- Швидкий зворотний зв'язок.
- Розвиток цифрової грамотності.
- Економія часу й ресурсів.

До основних викликів та обмежень при використанні цифрових технологій в освіті можна віднести:

- Неоднаковий доступ до технологій у різних регіонах.
- Проблеми з мотивацією та самодисципліною здобувачів освіти.
- Перевантаження інформацією.
- Потреба в підготовці педагогів до роботи з цифровими інструментами.

Процес цифровізації дедалі більше проникає у всі сфери людської діяльності в сучасному світі. Навички застосування цифрових технологій у професійній діяльності стають необхідними для більшості спеціальностей. Внаслідок цього відбувається розвиток сучасних глобалізаційних процесів у світі, які стають більш масштабними. Ці процеси зумовлюють потребу в забезпеченні суспільства висококваліфікованими спеціалістами, які зможуть швидко адаптуватися до всіх змін та працюватимуть в умовах масової цифровізації. Розвиток цифрових компетентностей здобувачів вищої освіти в Україні є одним із головних завдань сфери освіти, а вміння орієнтуватися у великому потоці інформації та гнучкість

мислення – основні цінності людини в сучасному світі. Досить стрімкий розвиток цифрових технологій у всіх галузях людської діяльності, починаючи від науки і до виробництва, потребує великої кількості освічених людей, їхнього творчого потенціалу та високого рівня компетентностей у всіх сферах. Цифрова компетентність є однією з ключових у сучасній освіті.

Сьогоднішня ситуація в суспільстві вимагає від освіти швидко адаптуватися до стрімко мінливих умов технологічного прогресу. Використання цифрових технологій та інструментів, таких як комп'ютери, гаджети, інтерактивні дошки та засоби візуалізації є необхідним кроком в розвитку освіти та дозволяють підвищити ефективність та інтерактивність процесу навчання. Використання таких технологій не тільки сприяє покращенню якості освіти, а й забезпечує доступ до новітніх знань та технологій, що важливо для формування конкурентоспроможної робочої сили в умовах сучасного світу. [2].

Цифрові технології забезпечують доступ до навчання для студентів з усього світу, відкриваючи можливості для співпраці та обміну знаннями між різними культурами та етносами. Вебінари, онлайн-курси та масові відкриті онлайн-курси (МООС) дозволяють студентам отримувати знання та навички від провідних експертів та установ з усього світу.

Застосування цифрових технологій сприяє інтеграції різних дисциплін і спеціальностей, що дозволяє студентам розвивати широкий спектр навичок та компетенцій, необхідних для успішної кар'єри в сучасному світі. Віртуальні лабораторії, симулятори та інші інтерактивні інструменти дозволяють студентам оволодівати практичними навичками в різних галузях знань, від науки до мистецтва.

Переваги використання цифрових технологій у навчанні полягають у підвищенні ефективності освітнього процесу, забезпеченні індивідуального навчання, розвитку інклюзивної освіти та глобалізації знань. Однак, потрібно враховувати і труднощі, такі як нерівномірний доступ до технологій, необхідність підготовки вчителів та студентів до використання нових інструментів та ризику, пов'язані з конфіденційністю даних та залежністю від технологій [3].

Для успішного впровадження цифрових технологій у системі освіти необхідно розробити комплексну стратегію, яка враховує наступні аспекти:

- Оцінка потреб та пріоритетів освітніх установ та студентів з метою визначення ключових напрямків впровадження технологій.
- Забезпечення рівного доступу до технологій для всіх студентів та вчителів, враховуючи регіональні та соціально-економічні різниці.

- Розробка програм підготовки та підвищення кваліфікації вчителів з метою оволодіння новими педагогічними методами та інструментами, що використовують цифрові технології.
- Розробка механізмів моніторингу та оцінки ефективності впровадження цифрових технологій для постійної оптимізації та вдосконалення освітнього процесу.
- Врахування ризиків та викликів, пов'язаних з конфіденційністю даних, кібербезпекою та залежністю від технологій, та розробка стратегій їх мінімізації або усунення.

Враховуючи потенціал цифрових технологій для покращення якості та доступності освіти, розробка та реалізація такої стратегії має важливе значення для успішного розвитку освітньої сфери в майбутньому.

Література

1. Герганов Л.Д., Ярмакі А.Х. Впровадження цифрових технологій в освітній процес закладу вищої морської освіти. «Молодий вчений» № 11 (99), листопад, 2021 р. URL: <https://www.molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2434> (дата звернення 18.03.2023).
2. Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стратегії і трансформації педагогіки в умовах сталого розвитку суспільства 2023». – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. – 165 с.
3. Антонюк Д. С. Теоретичні та практичні аспекти розроблення та використання цифрових освітніх ресурсів: погляд вітчизняних учених. Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки. 2020. № 3 (1). С. 189–196.

АНАЛІТИЧНА ВЕБ-СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ ТА ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ У ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ

Богат Є. І., Розум М. В.

Одеський національний морський університет

Цифрова трансформація торговельної діяльності в умовах розвитку електронної комерції та багатоканальних моделей продажу зумовлює необхідність застосування сучасних аналітичних інструментів для оцінки ефективності бізнес-процесів. Зростання обсягів транзакційних даних, ускладнення структури товарних асортиментів і підвищення конкуренції вимагають переходу від інтуїтивних та емпіричних підходів до управління продажами до системних, формалізованих і даноорієнтованих рішень. У цьому контексті аналітичні інформаційні системи, здатні здійснювати комплексний аналіз продажів, виявляти закономірності споживчої поведінки та формувати

рекомендації для підвищення ефективності торгової діяльності, набувають особливої наукової та практичної значущості.

В роботі розглядається підхід до розробки аналітичної системи з оцінки ефективності продажів у торгових системах, реалізованої у вигляді веб-застосунку. Запропонована система орієнтована на підтримку прийняття управлінських рішень шляхом інтеграції інструментів аналізу продажів, сегментації товарів, формування рекомендацій до придбань і оцінки результативності торгової діяльності в єдиному інформаційному середовищі. Основна ідея підходу полягає у використанні накопичених торговельних даних як джерела знань для підвищення ефективності продажів та оптимізації асортиментної і маркетингової політики [1].

Аналітична система базується на концепції централізованого збору та обробки даних про торговельні операції, що включають інформацію про товари, торгові групи, обсяги продажів, часові характеристики транзакцій та взаємозв'язки між придбаннями. На відміну від традиційних систем звітності, які зосереджені переважно на ретроспективному аналізі фінансових показників, розроблюваний веб-застосунок забезпечує багатовимірний аналіз торгової діяльності з урахуванням структурних і поведінкових аспектів. Це дозволяє перейти від фіксації результатів до активного управління процесами продажу [2].

Важливою функціональною складовою системи є аналіз продажів у межах торгових груп, що дає змогу оцінювати ефективність реалізації окремих категорій товарів і виявляти дисбаланси в асортименті. Такий аналіз здійснюється з урахуванням динаміки продажів, сезонних коливань і взаємного впливу товарів у межах групи. Отримані результати створюють основу для формування управлінських рішень щодо оптимізації асортименту, перерозподілу ресурсів і коригування маркетингових стратегій.

Окрему увагу приділяється формуванню схожих товарів як інструменту аналізу структури асортименту та споживчої поведінки. Групування товарів за ознаками подібності дозволяє виявляти приховані зв'язки між позиціями, які не завжди очевидні при класичному категорійному поділі. Це має практичне значення для управління викладкою товарів, формування акційних пропозицій і підвищення середнього чека. У межах аналітичної системи формування схожих товарів розглядається не як статична операція, а як динамічний процес, що змінюється залежно від актуальних даних продажів.

Рекомендаційний компонент системи спрямований на підвищення ефективності торгової діяльності шляхом персоналізованого або контекстного формування пропозицій до придбань. Рекомендації ґрунтуються на аналізі спільних покупок, історії продажів і структурних зв'язків між товарами. Такий

підхід дозволяє не лише стимулювати додаткові продажі, але й підвищувати задоволеність споживачів за рахунок більш релевантних пропозицій. У науково-практичному аспекті рекомендаційний модуль розглядається як інструмент перевірки ефективності аналітичних моделей у реальних торговельних умовах [3,4].

Архітектурно система реалізована у вигляді веб-застосунку, що забезпечує доступ до аналітичних функцій через браузер незалежно від місця розташування користувача. Такий підхід спрощує впровадження системи в існуючу ІТ-інфраструктуру торгових підприємств і створює передумови для масштабування. Логіка обробки даних відокремлена від рівня представлення, що дозволяє адаптувати аналітичні алгоритми до змін бізнес-вимог без необхідності повної перебудови системи.

Оцінка ефективності торгової діяльності в межах системи здійснюється шляхом комплексного аналізу показників продажів, що відображають результативність реалізації товарів і торгових груп у часовому вимірі. Важливим аспектом є можливість порівняння фактичних результатів із очікуваними або плановими значеннями, що дозволяє виявляти відхилення та визначати їх причини. Такий аналіз формує інформаційну основу для коригування стратегій продажів і підвищення загальної ефективності бізнес-процесів.

Практична значущість спроектованої аналітичної системи полягає у можливості її використання для підтримки управлінських рішень у торгових підприємствах різного масштабу. Використання веб-орієнтованого рішення забезпечує оперативний доступ до аналітичної інформації та сприяє підвищенню прозорості торгової діяльності. Система дозволяє зменшити залежність від суб'єктивних оцінок і перейти до управління на основі даних, що є ключовою вимогою сучасних торговельних систем.

Наукова складова роботи полягає в узагальненні підходів до аналізу ефективності продажів і їх адаптації до умов комплексної аналітичної системи. Запропоноване рішення демонструє можливість інтеграції методів аналізу продажів, групування товарів і рекомендаційних механізмів у межах єдиного програмного продукту. Отримані результати можуть бути використані як основа для подальших досліджень у сфері інтелектуальних торговельних систем і аналітики бізнес-процесів.

Література

1. Кузьмін О.Є., Мельник Л.Г. Управління продажами та аналітика торговельної діяльності. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 286 с.

2. Левицький С. І. Інформаційні системи бізнес-аналітики. Київ : КНЕУ, 2020. 312 с.
3. Han, J. Data Mining: Concepts and Techniques. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2012. 703 p.
4. Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook. Boston: Springer, 2015. 1003 p.

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ

Тарановська С. Ю., Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

Згідно до переліку професійних компетентностей, що мають бути сформованими у вчителів закладів середньої освіти, передбачено формування інформаційно-цифрової компетентності, до складу якої входить здатність використовувати цифрові технології в освітньому процесі. Спрямування реформування освіти на створення умов для найбільш повної самореалізації кожної особи в суспільстві, обумовлює актуальність впровадження індивідуалізованого навчання, що є неможливим без створення систем автоматизованого управління навчанням. За відомою класифікацією дидактичних систем найбільш ефективною є така, що забезпечує замкнутий, індивідуальний за темпом та за замістом тип управління пізнавальною діяльністю, що реалізований в автоматизований спосіб.

Розробка таких цілісних систем базується на поєднанні кібернетично-синергетичної парадигми управління з можливостями моделей та методів штучного інтелекту, інтелектуальних знання-орієнтованих технологій та технологій машинного навчання. Невід'ємною складовою таких систем є формування баз знань предметних галузей, баз знань за методиками навчання навчальних дисциплін та загальнодидактичних аспектів, на основі яких здійснюється логічне виведення та отримання результируючих консультацій за конкретними запитами користувача-вчителя, що дозволяє в автоматизованому режимі створювати індивідуалізовані стратегії навчання для кожного учня, що найкращим чином відповідають його індивідуальним характеристикам.

Під час використання систем управління навчанням необхідно підтримувати бази знань в актуальному стані, отже вчитель має знати основи роботи систем управління навчанням, можливості та обмеження автоматизації їх управління, основи роботи зі знаннями, їх отримання, структурування та представлення в пам'яті комп'ютера, перевіряти на відповідність результати консультування зі

знаннєвої складовою системи. Тому, в Університеті Ушинського для здобувачів магістерського рівня освіти за спеціальністю «Інформатика» передбачено вивчення обов'язкової навчальної дисципліни «Системи управління навчанням», до методичних особливостей навчання якого слід віднести проблемний метод та проєктне навчання, що обумовлює необхідність розробки відповідних методичних матеріалів для їх підтримки.

МЕТОДИКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПЕРСОНІФІКОВАНИХ МАРКЕТИНГОВИХ СТРАТЕГІЙ

Мойсєєв М. Г.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: Розроблено методику сегментації користувачів соцмереж на основі NLP та кластеризації для формування індивідуальних маркетингових стратегій. Визначено етапи обробки даних, що дозволяють підвищити ефективність взаємодії з аудиторією.

Ключові слова: інтелектуальний аналіз, соціальна активність, персоналізований маркетинг, NLP, кластеризація, сегментація аудиторії, цифровий слід, соціальні мережі, поведінковий аналіз, маркетингові стратегії.

В умовах глобальної цифровізації соціальні мережі перетворилися на ключове джерело емпіричних даних про поведінку, вподобання та ціннісні орієнтації споживачів. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю трансформації традиційних методів маркетингового аналізу в інтелектуальні системи, що здатні опрацьовувати великі масиви неструктурованої інформації в режимі реального часу [1].

Класичні підходи до сегментації аудиторії за демографічними ознаками втрачають ефективність, поступаючись методам аналізу цифрового сліду, які дозволяють прогнозувати споживчий попит на основі соціальної активності (лайків, репостів, коментарів та тривалості перегляду контенту).

Процес аналізу соціальної активності є багатофакторним завданням, що включає моніторинг динаміки залученості, семантичний аналіз текстових повідомлень та дослідження структури соціальних графів.

Складність полягає у високому рівні інформаційного шуму та неоднорідності даних. Запропонована методика базується на комплексному поєднанні алгоритмів обробки природної мови (NLP) та методів кластерного аналізу [2].

Методика реалізується за наступними етапами. На першому етапі проводиться збір даних (data crawling) з відкритих API соціальних платформ.

Отримана інформація проходить етап попередньої обробки: токенізацію, лематизацію та видалення стоп-слів. Важливим аспектом є ідентифікація тональності (sentiment analysis), що дозволяє диференціювати позитивні, негативні та нейтральні реакції користувачів на бренд або продукт.

На другому етапі здійснюється кількісна оцінка соціальної активності через побудову відповідних метрик залученості (Engagement Rate). Проте, на відміну від стандартних підходів, методика передбачає використання вагових коефіцієнтів для різних типів активності, що залежать від маркетингових цілей.

Наприклад, коментарі та поширення мають вищий пріоритет над пасивними переглядами при оцінці лояльності до бренду.

Третій етап полягає у сегментації користувачів за допомогою алгоритмів машинного навчання, таких як k-means або DBSCAN. Це дозволяє виділити мікросегменти аудиторії з подібними поведінковими патернами [3].

Для кожного сегмента автоматично генерується рекомендаційна модель, яка лягає в основу маркетингової стратегії: визначення оптимального часу для публікацій, вибір стилістики контенту та персоналізація рекламних пропозицій.

Інтеграція результатів аналізу в маркетингову стратегію дозволяє компаніям перейти від масового маркетингу до стратегії «one-to-one», мінімізуючи витрати на залучення клієнтів (CAC) та підвищуючи їхній життєвий цикл (LTV).

Практична реалізація методики може бути впроваджена у формі автоматизованого аналітичного модуля для CRM-систем. Це забезпечує високу адаптивність маркетингових інструментів до динамічних змін у споживчих трендах.

Розроблена методика аналізу соціальної активності забезпечує глибоке розуміння поведінкових чинників споживачів у цифровому середовищі.

Поєднання інструментів NLP та кластеризації дозволяє не лише оцінювати поточний стан бренду, а й прогнозувати реакцію ринку на нові маркетингові ініціативи, що підвищує загальну конкурентоспроможність підприємства.

Впровадження таких інтелектуальних систем у маркетингову практику мінімізує суб'єктивні ризики при прийнятті рішень та закладає фундамент для переходу до стратегій предиктивного управління клієнтським досвідом.

Література

1. Smith A., Taylor J. Social Media Analytics and Business Intelligence: A New Paradigm. *Journal of Digital Marketing*. 2022. Vol. 12, No 3. P. 45–52.
2. Wang Y. Machine Learning Techniques for Customer Sentiment Analysis in Social Networks. *International Journal of Information Technology*. 2023. Vol. 15, No 1. P. 88–101.

3. Bondarenko O. Predictive Analytics in Social Media Marketing Strategies. Computing and Systems. 2024. Vol. 7, No 2. P. 112–120.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО
ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ
БІОСТАТИСТИКИ ТА МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ» НА ПЛАТФОРМІ SHAREPOINT ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ
СТУПЕНЯ PHD**

Пишинограєв Ю. М., Строїтелева Н. І.

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

У роботі висвітлено досвід проєктування та впровадження спеціалізованого освітнього середовища для дисципліни «Основи біостатистики та методи статистичного моделювання» на платформі SharePoint. Описано структуру сайту, особливу увагу приділено методичній підтримці аспірантів (ступінь PhD) у процесі вибору методів статистичного аналізу через візуалізовані алгоритми та таблиці вибору критеріїв. Впроваджене рішення сприяє формуванню цифрової компетентності майбутніх науковців та адаптації освітнього процесу до потреб сучасних дослідників у галузі медицини та фармації.

Ключові слова: біостатистика, SharePoint, Microsoft 365, цифрова трансформація, статистичне моделювання, освітнє середовище, аналіз даних.

Цифрова трансформація медичної освіти вимагає створення інтегрованих рішень для управління навчальним контентом. У межах загальноуніверситетської стратегії цифровізації, кафедрою медичної та фармацевтичної інформатики і новітніх технологій було розроблено та впроваджено персоналізовану сторінку дисципліни «Основи біостатистики та методи статистичного моделювання». Основним завданням цієї розробки було не просто розміщення файлів, а створення логічно структурованого навігаційного хабу, який би забезпечував аспірантам 2-го року навчання безперешкодний доступ до всіх етапів статистичного аналізу — від теорії до практичної реалізації в Microsoft 365 (рис.1).

Сайт дисципліни побудований як структурна одиниця кафедрального порталу в середовищі SharePoint. Вибір цієї платформи дозволив реалізувати концепцію «єдиного вікна», де автентифікація через університетський обліковий запис надає доступ до хмарних сервісів. Головна сторінка сайту містить інтуїтивно зрозуміле меню, що мінімізує когнітивне навантаження на користувача. Окремі блоки присвячені викладацькому складу, нормативній базі та безпосередньо навчальному контенту. Важливою особливістю є пряма інтеграція з додатком Microsoft 365Teams, що дозволяє поєднувати асинхронне

вивчення матеріалів на сайті з синхронною комунікацією та консультаціями в режимі реального часу.

Згідно з розробленою методикою, контент сайту розподілено за функціональними модулями:

1. Нормативно-методичний блок містить Робочу програму та Силабус дисципліни. Це забезпечує прозорість вимог та чітке розуміння аспірантами очікуваних результатів навчання.
2. Теоретичний модуль представлений у вигляді мультимедійних презентацій лекційного матеріалу з дисципліни. Матеріали охоплюють ключові теми: від законів розподілу випадкових величин до принципів багатомірного статистичного моделювання.
3. Практичний модуль містить текстові файли практичних занять та інструкції до практикуму 2026 року. Особливу увагу приділено алгоритмам роботи в середовищі MS Excel із використанням надбудови «Data Analysis».
4. Моніторинговий блок має динамічний файл з оцінками, що дозволяє аспірантам у реальному часі відстежувати свій прогрес та вчасно коригувати освітню траєкторію.

Головна
Лектор: Пеннетеркав Юрій Миколайович
доцент

Біостатистика — це галузь статистики, що займається збиранням, аналізом та інтерпретацією даних у біології, медицині та сфері охорони здоров'я. Дисципліна формує навички застосування статистичних методів для оцінки експериментальних і клінічних досліджень, перевірки гіпотез та обґрунтування наукових висновків.

Лекції			Практичні заняття		
№ з/п	Назва теми	Кількість годин	№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Планування наукових досліджень. Класифікація типів медичних досліджень. Типи даних.	2	1	Інструменти програми Excel 365 для проведення статистичних досліджень.	2
2	Описова статистика та статистичне оцінювання. Перевірка статистичних гіпотез.	2	2	Інструменти програми Excel 365 для проведення статистичних досліджень (продовження).	2
3	Опис якісних ознак. Аналіз зв'язку (кореляції, асоціації). Основа методів статистичного моделювання.	2	3	Випадкова величина. Основні характеристики випадкової величини.	2

Рис. 1 – Фрагмент головної сторінки сайту дисципліни «Основи біостатистики та методи статистичного моделювання»

Сайт спроектований таким чином, щоб підтримувати аспіранта під час вибору методу аналізу даних. Завдяки розміщеним методичним вказівкам та «Таблицям вибору статистичних критеріїв», реалізовано підтримку прийняття рішень. На сайті візуалізовано алгоритми переходу від типу даних (кількісні, номінальні, рангові) до конкретного тесту (t-критерій, U-критерій Манна-Уїтні тощо). Весь контент сайту орієнтований на специфіку медичних та фармацевтичних досліджень, що підтверджується використанням реальних біомедичних кейсів у завданнях.

Оскільки курс розрахований на здобувачів PhD, значна частка матеріалу вивчається самостійно. Хмарний додаток SharePoint дозволяє реалізувати централізоване зберігання навчально-методичних матеріалів у хмарному сховищі OneDrive, тому аспірант має доступ до всіх шаблонів Excel-таблиць та прикладів оформлення результатів статистичної обробки для дисертації. Адаптивний дизайн сторінки дозволяє працювати з матеріалами з будь-яких пристроїв, що є актуальним для лікарів-практиків.

Створення сайту дисципліни на базі хмарного додатку SharePoint — це не лише технічне завдання, а передусім методичне структурування знань. Такий підхід дозволив:

- 1) уніфікувати навчальні матеріали з біостатистики відповідно до стандартів;
- 2) забезпечити аспірантів інструментарієм для самостійного вибору методів аналізу (від непараметричної статистики до дискримінантного аналізу);
- 3) створити інтерактивне середовище, яке поєднує методичну строгість кафедральної сторінки з гнучкістю хмарних технологій Microsoft 365.

Отже, SharePoint виступає не просто сховищем файлів, а інтерактивним інструментом, що поєднує теоретичну базу посібника з практичними інструментами аналізу даних. Використання інструментів Microsoft 365 сприяє формуванню цифрової компетентності майбутніх науковців, що є необхідною умовою інтеграції в європейський науковий простір. Досвід розробки цього ресурсу [1] може бути рекомендований для використання при викладанні дисциплін, що мають значний обсяг навчально-методичних матеріалів та потребують активного використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі.

Література

1. BioStat: [вебсайт] – URL: <https://zsmu.sharepoint.com/sites/BioStat> (дата звернення: 03.04.2026)

ЗАСОБИ АДАПТАЦІЇ ДАНИХ СОНАРА ПРИ ВИКОРИСТАННІ В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ

Шумейко К. П.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. У роботі розглянуто підходи до адаптації даних гідроакустичних сенсорів для їх ефективного використання в системах мультимодальної обробки. Показано, що інтеграція сонарних даних з оптичними та іншими джерелами інформації вимагає спеціалізованих методів попередньої обробки, нормалізації та узгодження форматів представлення. Проаналізовано основні етапи підготовки сонарних даних, включаючи фільтрацію шумів, придушення реверберації, формування зображень та перетворення у представлення, сумісні з алгоритмами комп'ютерного зору. Розглянуто методи вирівнювання просторово-часових характеристик даних і підходи до інтеграції ознак. Зроблено висновок про необхідність комплексної адаптації сонарної інформації для підвищення ефективності мультимодальних систем розпізнавання.

Ключові слова: сонар, мультимодальні дані, адаптація даних, гідроакустика, обробка сигналів, інтеграція даних, реверберація, спекл-шум

Сучасні системи розпізнавання об'єктів дедалі частіше базуються на використанні мультимодальних даних, що дозволяє підвищити надійність і точність прийняття рішень. У підводному середовищі це особливо актуально, оскільки жоден окремий тип сенсора не забезпечує достатньої інформативності в усіх умовах. Оптичні системи мають обмежену дальність дії, тоді як сонарні системи забезпечують більшу дальність, але характеризуються нижчою просторовою роздільною здатністю та наявністю специфічних шумів. У зв'язку з цим виникає задача узгодження та адаптації сонарних даних для їх спільного використання з іншими джерелами інформації.

Першим етапом адаптації є попередня обробка сонарних сигналів. Вона включає придушення шумів, реверберації та завад, що виникають через відбиття від дна, поверхні та неоднорідностей середовища. Для цього застосовуються методи фільтрації, підпросторового аналізу та низькорангового розкладання [1]–[3]. Метою цього етапу є виділення стабільної інформативної складової сигналу, придатної для подальшої інтерпретації.

Другим важливим етапом є формування зображень або інших структурованих представлень сонарних даних. Оскільки більшість сучасних алгоритмів комп'ютерного зору орієнтовані на обробку зображень, сонарні сигнали перетворюються у псевдозображення (sonar images), які відображають інтенсивність відбитого сигналу залежно від дальності та кута. На цьому етапі

важливу роль відіграють нормалізація амплітуди, логарифмічне стиснення динамічного діапазону та корекція контрасту.

Однак безпосереднє використання сонарних зображень разом з оптичними даними є ускладненим через суттєві відмінності в їх природі. Сонарні зображення характеризуються наявністю спекл-шуму, низькою деталізацією та специфічними артефактами, такими як акустичні тіні. Тому необхідним є етап адаптації представлення, який включає фільтрацію спекл-шуму, підсилення контрасту та виділення структурних ознак [4].

Ключовою проблемою мультимодальних систем є узгодження даних у просторі та часі. Сонарні та оптичні сенсори можуть мати різні частоти оновлення, різну геометрію спостереження та різні системи координат. Для забезпечення коректного об'єднання інформації необхідно виконувати просторову реєстрацію даних, а також синхронізацію у часі. Це може досягатися як за рахунок калібрування сенсорів, так і за допомогою алгоритмів вирівнювання на основі ознак.

Підходи до мультимодальної обробки все частіше базуються на використанні глибокого навчання, яке дозволяє формувати спільний простір ознак для даних різної природи, зокрема оптичних і гідроакустичних [5]. Ще одним важливим аспектом є вибір рівня інтеграції даних. У мультимодальних системах виділяють раннє злиття (на рівні сигналів), проміжне (на рівні ознак) та пізнє (на рівні рішень). Для сонарних даних найбільш доцільним часто є злиття на рівні ознак, оскільки це дозволяє врахувати специфіку кожного сенсора та зменшити вплив шумів. При цьому ознаки, отримані з сонарних зображень, можуть бути представлені у вигляді текстурних характеристик, геометричних структур або латентних векторів, сформованих нейронними мережами.

Адаптація сонарних даних також включають використання методів машинного навчання. Зокрема, застосовуються автоенкодера, згорткові нейронні мережі та трансформери для перетворення сонарних даних у представлення, сумісні з іншими модальностями. Це дозволяє автоматично навчатися спільному простору ознак, у якому дані різної природи можуть ефективно поєднуватися.

Таким чином, адаптація даних сонара є ключовим етапом побудови ефективних мультимодальних систем. Вона включає попередню обробку, перетворення представлення, узгодження просторово-часових характеристик та інтеграцію ознак. Поєднання класичних методів гідроакустичної обробки з сучасними алгоритмами аналізу даних дозволяє значно підвищити якість розпізнавання підводних об'єктів. Подальші дослідження в цьому напрямку

доцільно спрямувати на розробку універсальних підходів до узгодження різнорідних даних і побудову спільних моделей представлення.

Література

1. Yang H., Byun S.-H., Lee K., Choo Y., Kim K. Underwater Acoustic Research Trends with Machine Learning: Active SONAR Applications. *Journal of Ocean Engineering and Technology*. 2020. Vol. 34, No. 4. P. 277–284. DOI: 10.26748/KSOE.2020.018.
2. Li W., Zhang Q., Ma X., Hou C. Active Sonar Detection in Reverberation via Signal Subspace Extraction Algorithm. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*. 2010. Vol. 2010. Art. 981045. DOI: 10.1155/2010/981045.
3. Lee S., Lee K., Choo Y., Kim K. Reverberation Suppression Using Non-Negative Matrix Factorization to Detect Low-Doppler Target with Continuous Wave Active Sonar. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. 2019. DOI: 10.1186/s13634-019-0608-6.
4. Abu A., Diamant R. Robust Image Denoising for Sonar Imagery Based on Non-Local Means Filtering. *OCEANS 2018 MTS/IEEE Conference*.
5. Valdenegro-Toro M. Deep Submergence: Deep Learning for Underwater Vision. *OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey*. DOI: 10.1109/OCEANS.2016.7761080.

COGNITIVE PLATFORM ENGINEERING: REVIEW OF RESEARCH AREAS AT THE ITM OF NASU

Tereshonok M., Prokopchuk Y.

Institute of Technical Mechanics of the NASU and the SSA of Ukraine

Current developments in artificial intelligence and machine learning paradigms open up new opportunities for creating innovative digital architecture tools. Since a bio-inspired approach [1] can be applied to complex intelligent systems of any scale, smart objects and environments can be viewed as 'living cognitive systems.' Specifically, the 'autonomous systems' approach is applicable to them. Examples include: NASA's Autonomous Systems Platform; Activating the Home/City Nervous System; and drones with a 'nervous system'. These technologies are aimed at making drones, agents and robots more resilient, autonomous, and capable of self-diagnosis and self-repair (antifragility).

The issues of AI, smart environments, and cognitive platforms are being actively developed at the ITM NASU under the leadership of Yurii A. Prokopchuk. The methodological basis of the developments is the paradigm of limit generalizations (LGP) [1], [2], [3]. A methodology for analyzing the functioning, development, and management of complex dynamic intelligent systems based on the LGP has been

developed [4], [5]. These developments are applied in the construction industry (Smart Home/Smart City/IoT; Assistive technology), transport and aerospace industries (autonomous systems), education (AI assistants, cognitive simulators), medicine (hospital information systems), and other sectors [5].

The flexibility required by next-generation autonomous/aerospace systems entails a profound modification of the control system core itself. Connectivity and data management capabilities allow for the creation of more flexible and reactive control systems based on cooperation between autonomous and connected objects during decision-making. A multiscale model of any signal or variable based on multi-formalism, experience, and consensus control has been generalized, allowing for full diversification of computational paths and primary information sources. A scheme for applying morphological computing to integrate and generalize primary information has been developed [4]. The model enables the implementation of a total audit of information flows and embodied forecasting or deep intuition [1]. A method has been developed to determine the optimal scale of input data for solving discrimination tasks. A stochastic fault-tolerant control scheme has been developed, specifically a sensor fault management scheme and a 'task continuum' discrimination model [4]. This scheme forms the basis of 'agentic intelligence'.

The objective of the research was to study new promising technologies for cognitive platform engineering, specifically:

- Monitoring of a complex technical object based on cognitive measurements and LGP (Cognitive Measurements in LGP are associated with the "measurement" of subjective meanings and qualitative characteristics of an object that cannot be assessed by conventional sensors);
- LGP-based early detection systems for problematic situations (Incubation/dissociation of fast-and-frugal heuristics for the early detection of threatening states using the LGP methodology).

The report discusses possible solutions.

Conclusions. The architecture of advanced autonomous (aerospace/transport) systems takes the form of a 'System of Systems' with fractal-like properties in both structure and information, enabling the automatic scaling of any control processes and the detection/neutralization of threats. Control systems based on LGP ensure antifragility and catastrophe resilience. Recommendations have been developed for implementing the proposed approach, which can serve as a foundation for creating 'Autonomous System Platforms' for various applications.

Reference

1. Prokopchuk Y. (2022). *Intuition: The Experience of Formal Research*. Dnepr, Ukraine: PSACEA Press. 724 p. (in RU)

2. Prokopchuk Y. (2025). Designing Ecosystems of Intelligence: Logic of Fast Distinction. Materials of the 17th international scientific and practical conference ‘Modern Information and Innovative Technologies in Transport (MINTT-2025)’ (May 28-30, 2025, Odesa). Odesa: Kherson State Maritime Academy. Pp. 29 – 34.
3. Prokopchuk Y. (2025). Combinatorial, expanding phase space of cognitive dynamic systems. XXVII International Scientific and Practical Seminar ‘Combinator Configurations and Their Applications’. Zaporizhzhia–Kropyvnytskyi–Kiev, Ukraine: National University ‘Zaporizhzhia Polytechnic’. Pp. 175 – 183.
4. Prokopchuk Y. (2025). Mathematical model of the meaning/gist of the signal/variable. Abstracts of the XIX International Conference ‘Modern Information and Communication Technologies on a Transport, in Industry and Education’. Dnipro, Ukraine: Ukrainian State University of Science and Technology. P.63 [in Ukrainian]
5. Prokopchuk Y., Poshyvalov V. (2025). Development of a methodology for analyzing the functioning, development, and management of complex dynamic intelligent systems. Proceedings of the Fifth International Scientific and Practical Conference “Problems of Sustainable Development of the Maritime Industry (PSDMI-2025)”. Odesa, Ukraine: Kherson State Maritime Academy, 2025. –Pp. 46 – 50 [in Ukrainian].

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЕННЯ ПАРОЛІВ

Зиков М. Є.

Національний університет «Одеська політехніка»

Розроблене програмне рішення дозволяє ефективно застосувати відому інформацію для зменшення кількості комбінацій паролів шифрованого zip-архіву, необхідних для підбору. Створений алгоритм є самостійним рішенням, що має потенціал для функціонального розширення та інтеграції до сучасних інформаційних систем.

Ключові слова: відновлення паролю, комбінації паролю, обчислювальна швидкість, zip-архів, пароль, алгоритм, підбір.

На поточний момент автоматичні засоби для генерації та збереження паролів інтегруються до великої купи програмних засобів, які зберігають паролі у певному середовищі. Але не передбачено можливості відновлення паролю у первинному вигляді.

Ключовою проблемою є відсутність певних програмних рішень та нездатність використання програм, спрямованих на відновлення певної інформації, через нестачу деталізованих інструментів для опису паролів. З цієї

причини розробка інформаційних систем з відновлення втраченої інформації – є актуальною задачею.

Інформаційна система з відновлення паролів дозволить користувачу за допомогою деталізації шаблону встановити певні налаштування для прискорення підбору пароля архівних файлів, який не має обмежень на кількість неправильних спроб введення пароля. При нестачі обчислювальної потужності надається можливість підключення додаткових програмних агентів, які паралельно виконують дії підбору паролю за рахунок своїх обчислювальних швидкостей.

Відновлення паролю шифрованого каталогу zip-архіва відбувається за алгоритмом перевірки всіх комбінацій символів у відношенні до шаблону, який містить певний набір символів для кожної позиції можливого пароля та позначення позицій, які необхідно пропустити. В алгоритмі, починаючи з першої позиції, для кожної позиції, разом зі всіма попередніми, ітеративно підбираються всі можливі комбінації символів відповідно до набору символів цих позицій, підвищуючи значення номеру останнього підбору через кожну перевірку. Після перевірки усіх можливих комбінацій символів для поточної позиції, значення максимальної позиції пароля збільшується на один [1].

Блок-схему алгоритму відновлення паролю наведено на рисунку 1.

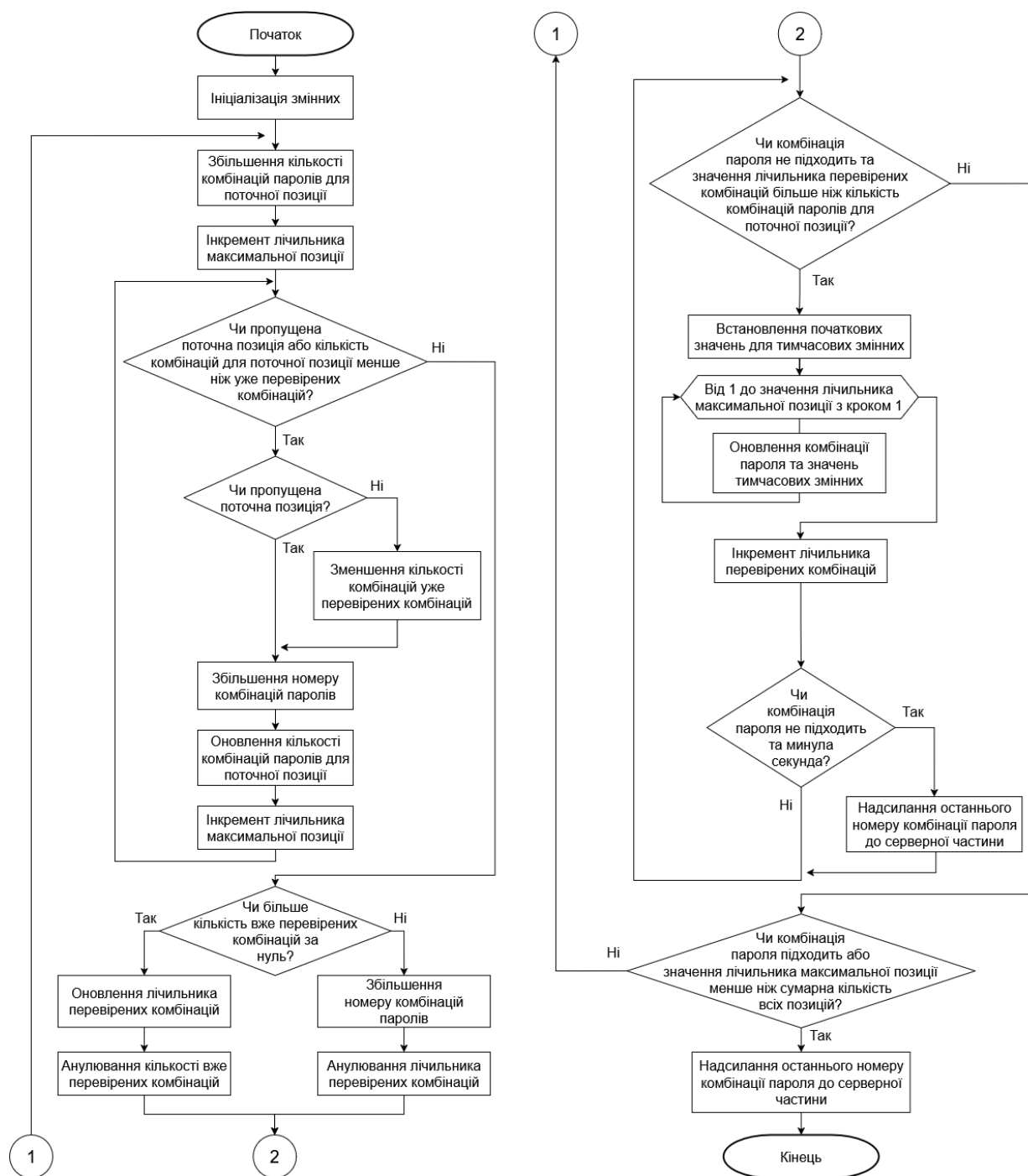


Рис. 1 – Блок-схема алгоритму

Якщо поточна позиція, яка перевірюється, позначена для пропуску у шаблоні, то до значення номеру останнього підбору додається кількість усіх комбінацій паролів, які необхідно перевіряти для цієї позиції. Кожну секунду до серверної частини надсилається значення номеру останнього підбору для оновлення прогресу підбору. Робота алгоритму закінчується, коли певна комбінація паролю успішно проходить перевірку, або при перевірці всіх комбінацій для всіх позицій шаблону, де результативний номер паролю надсилається до серверу [2].

Наочне представлення роботи алгоритму наведено на рисунку 2.

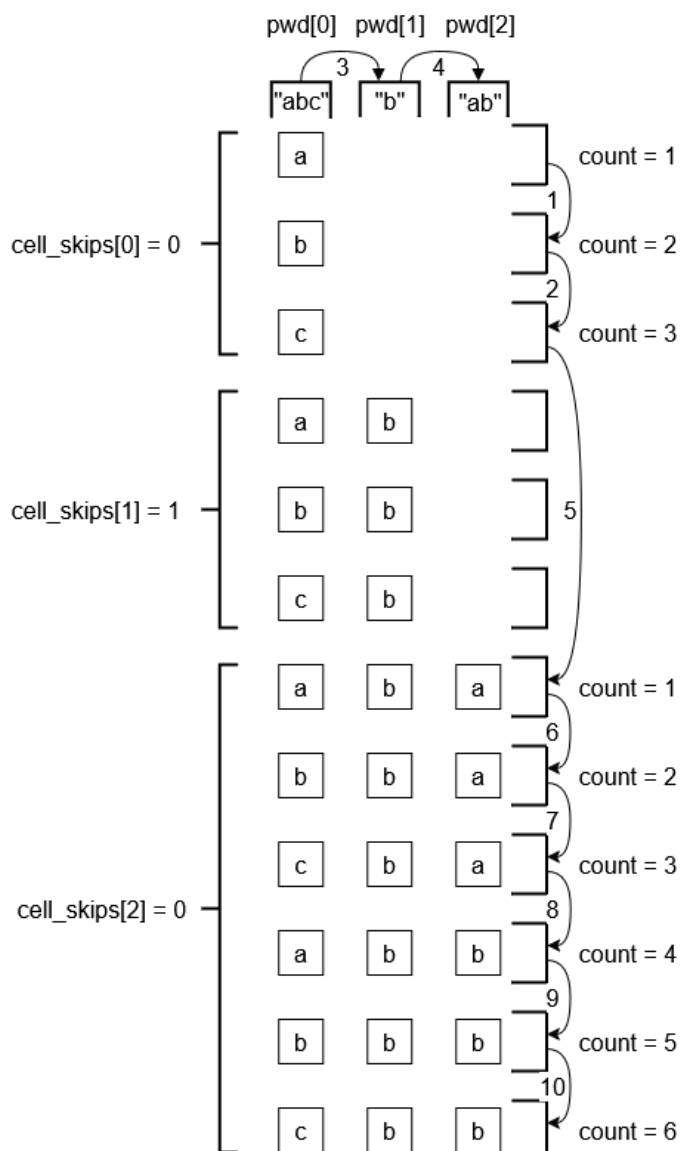


Рис. 2 – Робота алгоритму

Розроблена інформаційна система з відновлення паролів дозволяє на базі деталізованих шаблонів відновлювати пароль до інформації zip-архівів. Існує можливість підключення додаткових програмних агентів для підвищення обчислювальної швидкості, а також можливість використання різної кількості ядер центрального процесору.

Література

1. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Підручник. Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2021. 200 с.
2. Bin Li, Feng Feng, Xiaojie Chen, Yan Cao. Reconfigurable and High-Efficiency Password Recovery Algorithms Based on HRCA. 2021. Vol. 9. P. 18085-18111

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТНОГО НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Федорова М. С. , Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

Основні цілі навчання в інформатичній освітній галузі в профільній старшій школі на сучасному етапі пов'язані з формуванням цифрової грамотності, розвитком пізнавальної самостійності, підготовкою учнів до повноцінного життя та роботи в інформаційному суспільстві. Серед задач, що зазначені Державним стандартом профільної середньої освіти, передбачено формування здатності створювати інформаційні продукти та програми для ефективного розв'язання задач та проблем, творчого самовираження індивідуально й у співпраці з іншими особами за допомогою цифрових пристроїв чи без них. Основним методом формування такої здатності є метод проєктів, використання якого має низку дидактично важливих переваг: формування зв'язку між теоретичною та практичною складовою в процесі отримання нових знань; формування досвіду створення інформаційних продуктів для розв'язання певних проблемних практичних задач; створення умов для розвитку соціальних навичок учнів; розвиток критичного мислення, застосування логічних операцій, ґрунтовного вирішення проблем, сприяння розвитку дослідницьких навичок.

Водночас, є відомими також певні утруднення, що стримують широке використання проєктного навчання старшокласників. Серед таких факторів, зокрема, збільшення навантаження на учнів та на вчителя, бо ефективність проєктного навчання визначається ретельністю підготовки вчителя до його впровадження. Серед необхідних етапів підготовки вчителя до впровадження проєктного навчання є розробка комплексу методичних матеріалів для інформаційної підтримки організації вибору, виконання, презентації та аналізу, оцінювання проєктних учнівських робіт. Під час здійснення таких підготовчих дій варто проаналізувати змістові особливості розділу, що вивчається, обрати найбільш доцільні види проєктів, можливі типові завдання та вимоги до них, що дозволить більш виважено та ґрунтовно сформулювати критерії оцінювання готових робіт.

Серед важливих особливостей виконання проєктів в старшій профільній школі слід вказати створення умов для вільного вибору учнями значної кількості елементів завдань проєктів, серед яких: рівень складності, міжпредметні зв'язки, предметна галузь, обрані програмні засоби реалізації проєкту, засоби презентації проєктів, критерії оцінювання, поєднання з пошуково-дослідницькою діяльністю та проблемним методом навчання.

COMPUTER AND MATHEMATICAL MODELLING OF THE OPERABILITY OF AUTOMOTIVE PARTS USING SOLIDWORKS AND MATHCAD

Rudyk O. Yu., Yefimchuk M. M., Pashchenko V. Yu
Khmelnyskyi National University

Key words: camshaft, static analysis, SOLIDWORKS, wear resistance, MATHCAD.

It is well known that in engineering practice, CAE systems are an effective tool for performing strength calculations, as they make it possible to evaluate, using numerical methods, how a computer model of a part or assembly will behave under real operating conditions. Therefore, the introduction of modern educational environment methods into the learning process enables a transition from traditional approaches to teaching design toward modelling using CAD systems, followed by the application of integrated CAD/CAE solutions on personal computers, one of which is SOLIDWORKS—a 3D hybrid system for computer-aided design and engineering analysis [1]. An extension of this software, SOLIDWORKS Simulation, uses the geometric model of a part created in SOLIDWORKS to generate a computational (analysis) model [2].

A static analysis of the camshaft of the Cummins ISBe 6.7/QSB 6.7 engine was performed using SOLIDWORKS Simulation. During engine operation, forces from the valve train act on it, including spring forces, gas pressure, and other forces reduced to the tappet. The resultant (equivalent) force acting on the cam amounts to 1407.5 N.

The camshaft is manufactured from steel grade 20. Therefore, steel DIN 1.1151 (C22E) was selected from the SOLIDWORKS material library. It was determined that the maximum von Mises stress in the shaft is 3,762 MPa (Fig. 1), which does not exceed the allowable values. Since the minimum safety factor is ($n = 127.6$), which is significantly higher than the permissible value ($[n] = 3$), the shaft is considered operable. However, it may fail due to wear of the working surfaces. Therefore, the continuation of the study involves determining the wear resistance of the camshaft with mathematical processing of experimental results carried out using the MathCAD system.

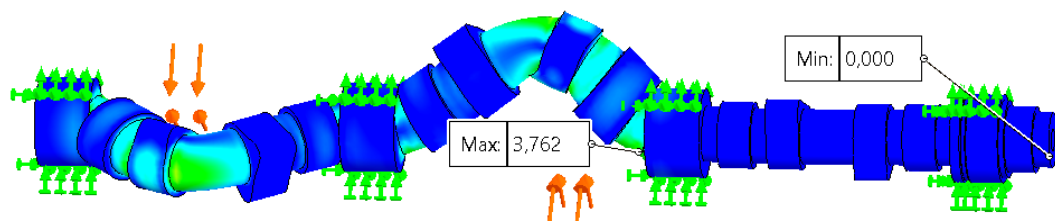


Figure 1 – Diagrams of stresses VON of the camshaft (MPa)

In experimental studies, the system under investigation is often subjected to the influence of a certain excitation factor, and the way the system “responds” to this

excitation is observed. Thus, from a mathematical perspective, this involves studying a series of measurements of the variable y at different values of x , as well as analysing the functional relationship $y=f(x)$. In the general case, either the form of the function $f(x)$ is unknown, or its parameters are unknown if the functional form is established based on certain theoretical considerations.

The problem of function approximation can be formulated as follows: instead of the unknown function $f(x)$, it is necessary to select another function $\varphi(x)$ that best approximates $f(x)$, that is, the deviation of $\varphi(x)$ from $f(x)$ within a given domain is minimal. In this case, the function $\varphi(x)$ is called the approximating function.

The processing of experimental results was carried out using MathCAD (the built-in functions `intercept`, `slope`, `linfit`, `linterp`, `pspline`, `cspline`, and `interp` were used). One of the results of wear resistance data processing is shown in Fig. 2 (using approximation by a power polynomial $y = a + bx + cx^2$).

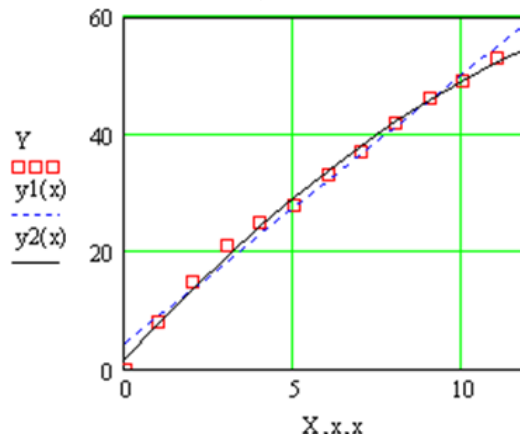


Figure 2 – Approximation by a power polynomial

Thus, the combined use of the CAD/CAE system SOLIDWORKS for computer-aided design and engineering analysis, together with the integrated environment for solving typical classes of mathematical problems and scientific research, MathCAD, makes it possible to comprehensively address the problem of studying strength and wear resistance.

References

1. Rudyk Oleksandr. Problems of two-wheeled vehicle repair [Electronic resource] / Oleksandr Rudyk, Pavlo Kaplun, Volodymyr Gonchar. – URL: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/18722>
2. Rudyk O. Yu. Studies of the performance of automobile parts using SolidWorks Simulation [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, S. V. Psyol, V. V. Rechytskyi. – URL: https://pk.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/zbirnyk_piitt_2025_25.04.25_2.pdf

THE USE OF SOLIDWORKS AS AN INFORMATION TECHNOLOGY IN EDUCATION

Rudyk O. Yu., Mukhlio R. O., Yakimtsov A V.

Khmelnytskyi National University

The rapid development of information technologies and the active computerization of all sectors of the national economy lead to a growing demand for highly qualified specialists. Such professionals must not only respond to current market requirements but also clearly understand the prospects for the development of their chosen field, forming competencies with consideration of future changes and challenges.

It is particularly important for the training system to stay ahead of current trends, as the complexity of technologies in production is increasing much faster than the rate at which workers' qualifications improve in specific fields. Therefore, the educational process should be focused on developing flexible thinking, the ability for continuous self-development, and effective adaptation to the dynamic conditions of the professional environment

The use of information technologies in education makes it possible to optimize content and modernize the methods and forms of organizing academic activity, ensuring a high scientific and methodological level of teaching. Their application provides broad opportunities for significantly improving the quality of the educational process, enhancing both the level of knowledge acquisition and overall interest in learning.

One of the tools of information technologies is computer modelling, which attracts increased interest due to its ability to analyse physical processes that characterize the stress–strain state of solid bodies. In this context, the 3D solid parametric modelling system SOLIDWORKS [1] and its add-in, SOLIDWORKS Simulation [2, 3], are used. This software product uses the geometric model of a part to generate a computational model. Integration with SOLIDWORKS makes it possible to minimize operations associated with the specific features of finite element approximation (the finite element method is currently the standard for solving solid mechanics problems using numerical algorithms).

The objective of this work was to investigate the shaft–gear of the rear axle of a MAN TGA truck (stress, deformation, displacement, and safety factor) using SOLIDWORKS Simulation.

The material used for manufacturing the shaft–gear is 20KhGR steel (DSTU 7806:2015). The aim of the study was to evaluate the possibility of replacing the shaft–gear material with a cheaper alternative—20 steel (DSTU 7809).

After creating the shaft–gear model in SOLIDWORKS, the initial material selected from the SOLIDWORKS library for its manufacturing was DIN 1.6523 steel

(20NiCrMoS2-2), an analogue of 20ХГР steel, followed by AISI 1020 steel as an analogue of 20 steel.

The calculation procedure was as follows: application of boundary conditions, appendix of loads, meshing of the shaft–gear model into finite elements and their assembly (mesh parameters: element size 9.52242 mm, tolerance 0.476121 mm, high mesh quality, total nodes 23,579, total elements 14,878, maximum aspect ratio 21.009), solving the resulting system of algebraic equations to determine the components of the stress–strain state (Table 1), material replacement, repetition, and analysis of the calculations.

Table 1 – The results of the shaft–gear model study

Steel	Tension Von Mises (max.), σ , MPa	The resulting displacement URES (max.), h , mm	Equivalent strain ESTRN (max.), δ , mm	Margin of durability FOS (min.), n_{min}
20ХГР	79,372 Node 16637	2,397e-02 Node 19166	2,001e-04 Element 5668	7,441e+00 Node 16637
20	89,333 Node 16678	2,271e-02mm Node 18798	1,714e-04 Element 14004	3,936e+00 Node 16678

Since the minimum safety factor for the shaft–gear made of 20KhGR steel is $n_{min} = 7,441$, and for 20 steel it is $n_{min} = 3,936$, both of which exceed the allowable value $[n_{min}] = 1,5$, the replacement of 20KhGR steel with 20 steel for manufacturing the shaft–gear does not compromise its operability.

References

1. Rudyk Oleksandr. Application of innovative technologies when researching the performance of road transport [Electronic resource] / Oleksandr Rudyk, Roman Kovalenko, Andrii Lavrenchuk, Daniil Hromov. – URL: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/18723/25987>
2. Rudyk O. SOLIDWORKS as an innovative means of researching automotive engineering [Electronic resource] / O. Rudyk, M. Barnych, O. Humeniuk, V. Shchur. – URL: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/17688/24992>
3. Rudyk O. Yu. The use of innovative technologies as a means of enhancing student learning [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, V. V. Korzun, A. A. Antonov. – URL: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Gk3VNSHVXbcOSChIO00Ln4ujglVUt-HQ>

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN У СИСТЕМІ ОСВІТИ

Бурячок А. В., Шарінова І. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: blockchain, освіта, Web3, цифрові дипломи, освітні дані, сертифікація, інформаційна безпека

Впровадження програмних компонентів хмарної платформи для токенизації персональних даних студентів на основі технології блокчейн, цілісності та доступності освітніх даних, забезпечення надійного обміну даними між зацікавленими сторонами в освітньому процесі, відіграє значну роль у сучасному суспільстві.

Сучасний розвиток інформаційних технологій сприяє активній цифровізації освітньої сфери, що зумовлює необхідність впровадження інноваційних рішень для забезпечення безпеки, прозорості та ефективності освітніх процесів. Однією з таких технологій є blockchain, який розглядається як децентралізована система зберігання даних, що забезпечує їх незмінність і захищеність. Як зазначають М. Вінник, М. Полторацький та І. Ільїна [1], використання блокчейну в освіті дозволяє створювати розподілені інформаційні системи з доступом для всіх учасників освітнього процесу. У дослідженні R. Azad, S. Tasmim, K. Ahmed та M. Rony [2] підкреслюється, що технологія blockchain може використовуватися для зберігання та перевірки академічних досягнень студентів, що сприяє підвищенню довіри до освітніх документів.

Одним із ключових напрямків застосування blockchain у сфері освіти є створення цифрових дипломів та сертифікатів. Як зазначають А. El Koshiry та співавтори [3], використання блокчейн-технологій дозволяє створити захищену систему зберігання освітніх даних, що значно знижує ризик їх підробки та втрати. Подібної думки дотримуються V. Tran, S. Ata, T. Tran та ін. [4], які підкреслюють, що блокчейн забезпечує ефективний обмін інформацією між освітніми установами та іншими зацікавленими сторонами, зокрема роботодавцями.

Важливим напрямком є інтеграція blockchain у системи управління навчанням. В. Яланецький [5] зазначає, що використання систем типу BLMS (Blockchain Learning Management System) дозволяє об'єднати процеси оцінювання, сертифікації та зберігання результатів навчання у єдину децентралізовану систему. Це підвищує ефективність освітнього процесу та забезпечує надійний захист інформації.

Питання прозорості та справедливості освітніх процесів також є важливим аспектом дослідження. Як зазначають Д. Кисленко та Д. Ковальський [6],

використання blockchain сприяє зменшенню бюрократичних процедур, підвищенню відкритості освітніх даних та формуванню довіри до освітніх інституцій. Технологія дозволяє забезпечити контроль і перевірку освітніх результатів без участі посередників.

Разом з тим, впровадження blockchain у систему освіти супроводжується низкою проблем. І. Опірський, В. Балацька та В. Побережник [7] підкреслюють, що основними викликами є складність інтеграції технології з існуючими системами, висока вартість впровадження, відсутність єдиних стандартів та необхідність забезпечення захисту персональних даних. Також важливою проблемою є недостатній рівень технічної підготовки користувачів.

Таким чином, результати аналізу наукових джерел свідчать про значний потенціал технології blockchain у трансформації освітньої системи. Її використання сприяє підвищенню безпеки, прозорості та ефективності освітніх процесів, а також створює передумови для розвитку децентралізованих освітніх платформ у рамках концепції Web3.

Створення передумови для зменшення операційних витрат, покращення рівня безпеки для учасників освітнього процесу, спонукання їх до активного застосування інноваційних інструментів у своїй діяльності є запорукою розвитку.

Література

1. Вінник М., Полторацький М., Ільїна І. Огляд використання технології блокчейну в освіті і науці. *Information Technologies in Education*. 2022. № 2(51). С. 45–58.
2. Azad R. U., Tasmim S., Ahmed K. S., Rony M. A. T. *Blockchain Applications in Education: The Future of Learning*. 2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT). 2023.
3. El Koshiry A., Eliwa E., Abd El-Hafeez T., Shams M. Y. *Unlocking the power of blockchain in education: An overview of innovations and outcomes*. *Blockchain: Research and Applications*. 2023. Vol. 4. Article 100165.
4. Tran V. D., Ata S., Tran T. H., Lam D. K., Pham H. L. *Blockchain-Powered Education: A Sustainable Approach for Secured and Connected University Systems*. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 15545.
5. Яланецький В. А. Системи управління навчанням на блокчейні. 2023. № 3(19). С. 56–68.
6. Кисленко Д. П., Ковальський Д. О. Перспективи використання блокчейн технологій у забезпеченні прозорості та справедливості освітніх процесів. *Академічні візії*. 2024. Вип. 33.

7. Опірський І. Р., Балацька В. С., Побережник В. О. Сучасні можливості використання технології блокчейн у системі освіти. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*. 2023. Т. 29, № 3. С. 138–146.

ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ МЕТОДАМИ СТЕГАНОГРАФІЇ

Комар Ю. М., Олефіренко Н. В.

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

Ключові слова: стеганографія, приховане передавання даних, LSB-метод, стегоаналіз.

Стеганографія є важливим напрямом сучасної інформаційної безпеки, що досліджує методи прихованого передавання інформації шляхом маскуванню самого факту існування повідомлення. Основною ідеєю стеганографії є створення прихованого каналу зв'язку, у якому секретні дані інтегруються у звичайні інформаційні об'єкти таким чином, щоб сторонній спостерігач не міг виявити їх наявність.



Рис. 1 Узагальнена модель стеганографічної системи

Термін «стеганографія» походить від грецьких слів *steganos* — прихований та *graphia* — написання. Історично перші приклади прихованого передавання інформації відомі ще у Стародавній Греції, де повідомлення наносилися на поголену голову посланця і ставали видимими лише після відростання волосся. У подальші історичні періоди застосовувалися невидимі чорнила, приховані символи у листах та мікропідписи.

Сучасна цифрова стеганографія базується на використанні надлишковості цифрових даних. Цифрові зображення, аудіофайли та відеозаписи містять значну кількість службової інформації, зміна якої практично не впливає на сприйняття людиною. Найпоширенішим підходом є метод найменш значущого біта (LSB),

який передбачає заміну молодших бітів пікселів або аудіосемплів бітами секретного повідомлення. Завдяки особливостям людського зору та слуху такі зміни залишаються непомітними. Окрім просторових методів, широко використовуються частотні методи стеганографії. Вони базуються на математичних перетвореннях сигналів, зокрема дискретному косинусному перетворенні (DCT) та дискретному вейвлет-перетворенні (DWT). Прихована інформація вбудовується у спектральні коефіцієнти сигналу, що забезпечує підвищену стійкість до стискання, фільтрації та повторного кодування файлів [1].



Рис. 2 Загальна схема процесу приховування інформації у цифровому зображенні

Важливим напрямом розвитку є стегоаналіз — галузь, спрямована на виявлення прихованих повідомлень. Сучасні методи стегоаналізу використовують статистичні алгоритми, машинне навчання та нейронні мережі для пошуку аномалій у цифрових медіа. Сфера застосування стеганографії охоплює військові та розвідувальні комунікації, цифрові водяні знаки для захисту авторських прав, цифрову криміналістику, безпечний корпоративний обмін інформацією, а також системи автентифікації та контролю цілісності даних. На рисунку наведено реалізацію функції приховування текстової інформації у цифровому зображенні за допомогою методу найменш значущого біта (LSB). Алгоритм виконує перетворення тексту у бітову послідовність, її шифрування на основі пароля та поетапне вбудовування бітів у пікселі зображення шляхом заміни найменш значущих бітів кольорових каналів (R, G, B). Це забезпечує приховану передачу даних без помітних змін у вигляді зображення для людського ока.

```
def hide_text(text, password):
    img = Image.open(CONTAINER).convert("RGB")
    pixels = img.load()
    width, height = img.size
    capacity = width * height * 3

    text = "STEG:." + text # службовий маркер
    bits = text_to_bits(text)
    length_bits = format(len(bits), "032b")
    bits = length_bits + bits

    if len(bits) > capacity:
        print("Текст занадто великий!")
        return

    key = password_key(password, len(bits))
    encrypted = ''.join(str(int(bits[i]) ^ key[i]) for i in range(len(bits)))

    idx = 0
    for y in range(height):
        for x in range(width):
            r, g, b = pixels[x, y]
            if idx < len(encrypted):
                r = (r & 254) | int(encrypted[idx])
                idx += 1
            if idx < len(encrypted):
                g = (g & 254) | int(encrypted[idx])
                idx += 1
            if idx < len(encrypted):
                b = (b & 254) | int(encrypted[idx])
                idx += 1
            pixels[x, y] = (r, g, b)
    img.save(STEGO_TEXT)
    print("Файл створено:", STEGO_TEXT)
```

Рис. 3 Реалізація функції приховування тексту методом LSB

Таким чином, принципи приховування інформації у цифрових зображеннях базуються на використанні надлишковості мультимедійних даних, особливостей людського зору та спеціальних алгоритмів модифікації пікселів. Завдяки цим принципам стає можливим ефективно маскування секретних повідомлень у цифрових зображеннях без помітної зміни їх зовнішнього вигляду. Саме тому стеганографія у цифрових зображеннях є одним із найбільш перспективних напрямків розвитку сучасних технологій інформаційної безпеки [2].

Література

1. Швець В. М., Яременко Л. О. Сучасні алгоритми приховування інформації у цифрових зображеннях // Вісник НТУ «ХП». – 2020. – № 50. – С. 150–157.
2. Туровський О., Лазаренко С., Щербак Т., Рябова Л. Методика оцінки стеганографічних методів приховування інформації в зображеннях // Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. – 2022. – № 12. – С. 68–75.

ФОРМУВАННЯ ШАБЛОНІВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ КЕЙСІВ З РОЗПІЗНАВАННЯ ФЕЙКІВ ТА ДЕЗІНФОРМАЦІЇ В БАЗОВІЙ ШКОЛІ

Реулець М. В., Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

У зв'язку із стрімким зростанням кількості інформаційних систем та технологій, що охоплюють все більше сфер діяльності людини, переходом до використання інтернет-технологій та сервісів у виконанні різних практичних задач, зростає актуальність цифрової безпеки, як складової функціонування будь-якої сучасної інформаційної системи. Відповідний стан безпекових аспектів відображений в шкільному курсі інформатики. За модельними програмами передбачено формування вмінь працювати безпечно та

відповідально під час створення та використання різних інформаційних продуктів. Отже, однією зі змістових ліній, що реалізується під час навчання інформатики на базовому етапі (7-9 класи), є змістова лінія з цифрової безпеки, метою якої є захист пристроїв, контенту, персональних даних та конфіденційність у цифровому середовищі. Однією зі складових цифрової безпеки є вміння розпізнавати фейкі та дезінформацію. Формування відповідних вмінь учнів пов'язано з вмінням оцінювати зміст публікацій на достовірність даних у мережі, оцінювати достовірності даних за допомогою критеріїв, спеціальних програм та штучного інтелекту.

Під час виконання навчальної діяльності, що спрямована на формування очікуваних результатів навчання, важливим є не тільки виконання практичної роботи з опанування технологічних інструментів перевірки фактів редагування або спотворення інформаційних об'єктів, а також колективне обговорення різних ситуацій, з якими учні можуть стикатись в повсякденних та навчальних ситуаціях під час використання даних, пошуку інформації, спілкування в мережі, листуванні електронною поштою. Для формування критичного мислення вкрай важливим є організація колективного обговорення в малих групах або фронтально різних ситуацій та аналізу правильної поведінки учнів. Тому, одним з методів навчання, що є доцільним саме для формування вмінь розв'язання ситуацій, що пов'язані з розпізнаванням фейків та дезінформації, є кейс-технологія. Для використання цього засобу необхідно розробити ситуаційні завдання, питання до них та довідкові матеріали. Для створення різноманітних ситуацій доцільним є використання засобів їх генерації за промптами до систем генеративного ШІ. Серед основних елементів промптів мають бути вказані обов'язкові елементи ситуацій, які створюють певний шаблон, що дозволяє значно спростити для вчителя процес генерації необхідних різноманітних та водночас однотипних ситуаційних завдань.

КОРПОРАТИВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМИ ДЛЯ КОНСУЛЬТУВАННЯ МОЛОДШИХ СПЕЦІАЛІСТІВ

Ірлик Н. Ю.

Національний університет «Одеська політехніка»

У даній роботі розглядається проектування корпоративної системи для консультування молодших спеціалістів, яка забезпечує ефективну взаємодію між співробітниками всередині компанії. Описано функціонал анонімного спілкування та допомоги у виконанні поставленого завдання

Ключові слова: корпоративна інформаційна система, спеціалісти, консультування, інформаційна безпека, шифрування даних.

У сучасних ІТ-компаніях особливо важливий ефективний обмін інформацією та комунікація між співробітниками з різним рівнем досвіду. Це особливо стосується молодших спеціалістів, яким часто складно звертатися до більш досвідчених колег через свої побоювання виглядати непрофесійно. Ключовою проблемою є відсутність безпечної та комфортної системи для комунікації, яке гарантувало б конфіденційність, захист персональних даних і можливість анонімного обміну питаннями та знаннями.

Запропонована система забезпечує оперативну допомогу всередині компанії при обов'язковому шифруванні даних для захисту персональної інформації та гарантування анонімності спеціалістів. Система містить модуль авторизації користувачів, який передбачає використання корпоративних облікових записів для контролю доступу. Після авторизації користувач отримує доступ до функцій свого профілю залежно від ролі: джуніор чи сеньйор. Функціонал безпеки гарантує шифрування повідомлень та їх зберігання в захищеному вигляді лише для авторизованих осіб.

Молодший спеціаліст може створити новий запит, описавши проблему або питання, з яким зіткнувся. Запит зберігається в системі і стає доступним для перегляду всім досвідченим спеціалістам. Будь-який досвідчений спеціаліст може обрати запит, який він бажає розглянути, і після цього між ним і автором відкривається особистий чат. У цьому чаті сторони можуть спілкуватися в режимі реального часу, обговорювати деталі проблеми, надсилати пропозиції та поради щодо її вирішення. Чат залишається активним, поки обидві сторони не дійдуть згоди, що питання вирішено. Після цього він закривається, а молодший спеціаліст може оцінити якість наданої допомоги. Така функція дозволяє виокремити корисні відповіді та створює систему зворотного зв'язку, що мотивує досвідчених спеціалістів бути більш уважними та залученими. На рисунку 1 представлена діаграма послідовності взаємодії користувачів у системі, яка демонструє основний процес обміну інформації.

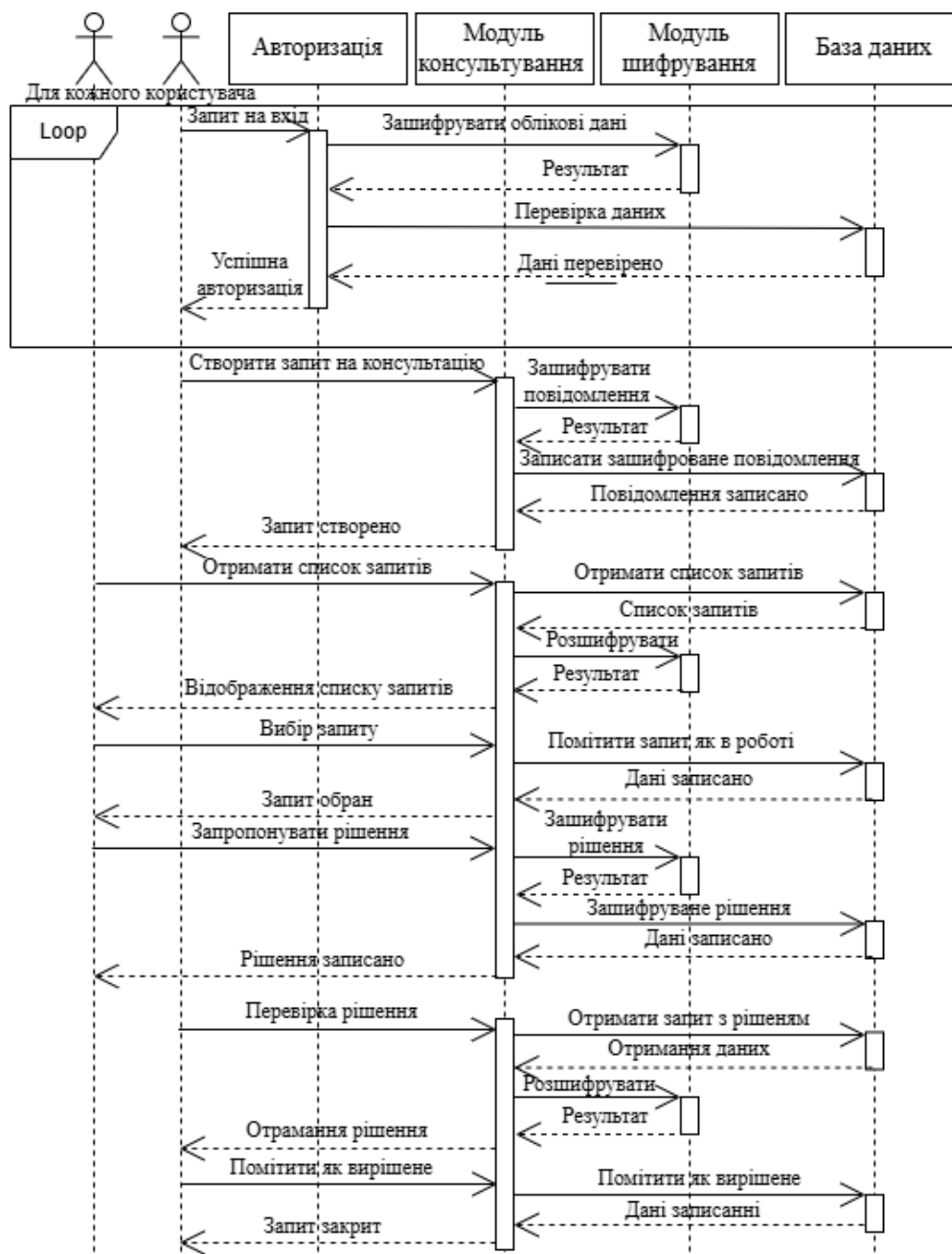


Рис. 1 – Діаграма послідовності взаємодії користувачів у системі

Корпоративна система для консультування молодших спеціалістів забезпечує надійну взаємодію спеціалістів різного досвіду. Авторизації, шифрування даних і контроль доступу гарантує конфіденційність спілкування та захист корпоративної інформації. Це підвищує ефективність навчання, сприяючи активному обміну досвідом та підтримці молодших спеціалістів.

Література

1. Ковальчук О. С. Інформаційна безпека вебзастосунків. 2021.
2. Прессман Р. С. Інженерія програмного забезпечення: практичний підхід. 2019.

3. Євдокимов В. В. Корпоративні інформаційні системи: проблеми впровадження та аналіз ефективності. 2009.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗВЕРНЕНЬ МЕТОДАМИ NATURAL LANGUAGE PROCESSING З ПРИЙНЯТТЯМ РІШЕНЬ

Дейнега Д. О.

Національний університет «Одеська політехніка»

Ключові слова: обробка природної мови, NLP, класифікація текстів, машинне навчання, теорія прийняття рішень, автоматизація процесів, маршрутизація запитів.

В умовах стрімкого зростання обсягів цифрової комунікації сучасні підприємства та організації щоденно стикаються з проблемою обробки великої кількості неструктурованих текстових звернень. До них належать запити до служби технічної підтримки, баг-репорти, відгуки клієнтів та внутрішні корпоративні заявки. Традиційний підхід, що передбачає виключно ручне сортування та маршрутизацію таких заявок операторами першої лінії, є вкрай ресурсомістким. Він не лише призводить до збільшення часу реакції (Response Time) та порушення угод про рівень надання послуг (SLA), але й супроводжується високим відсотком помилок через людський фактор. Метою даної роботи є розробка інтелектуальної системи класифікації на основі методів обробки природної мови (NLP) [1], що автоматично розподіляє вхідні запити за заданими категоріями та відділами без попереднього втручання людини.

У межах дослідження розглядається повний цикл розробки системи: від збору сирих даних до впровадження готового програмного продукту з користувацьким інтерфейсом. На етапі попередньої обробки даних (Data Preprocessing) виконується очищення текстових масивів від технічного шуму. Цей процес включає токенізацію, лематизацію, видалення стоп-слів та спеціальних символів. Для забезпечення коректної роботи алгоритмів машинного навчання неструктурований текст перетворюється на числові вектори (векторизація) за допомогою сучасних підходів, таких як використання попередньо навчених неймережових ембедингів (наприклад, архітектури Transformer) [2]. Це дозволяє системі враховувати глибинний контекст та семантику звернень, а не лише спиратися на входження окремих ключових слів.

Після підготовки датасету проводиться безпосереднє навчання NLP-моделі. У роботі аналізується ефективність різних алгоритмів класифікації з метою виявлення прихованих семантичних ознак текстів та досягнення максимальної точності (Accuracy) на тестовій вибірці. Програмна реалізація серверної частини

(Back-end) побудована з використанням мікросервісної архітектури, що дозволяє легко інтегрувати розроблену модель у вже існуючі CRM або Helpdesk системи підприємства через REST API.

Ключовою та інноваційною особливістю розроблюваної системи є вбудований механізм прийняття рішень, який базується на оцінці рівня впевненості (confidence score) класифікатора [3]. На відміну від жорстких систем маршрутизації, запропонований алгоритм працює за гнучкою логікою, що дозволяє ефективно застосувати парадигму «Human-in-the-loop» (людина в циклі управління).

Математичний апарат системи на кожному кроці генерує ймовірнісний розподіл приналежності запиту до певного класу. Якщо рівень впевненості нейромережі у визначеній категорії перевищує встановлений поріг (наприклад, >90%), система приймає автоматичне рішення про миттєве направлення звернення до профільного відділу. У випадку низької впевненості моделі — коли запит є нестандартним, містить змішаний контекст, сарказм або складну технічну проблему — система маркує таке звернення як спірне та перенаправляє задачу на ручну обробку кваліфікованому фахівцю. Такий підхід мінімізує ризик хибної класифікації та гарантує високу якість обслуговування.

Окрім серверної частини, невіддільною складовою проєкту є розробка зручного інтерфейсу користувача (Front-end). Інтерфейс дозволяє операторам взаємодіяти з відхиленими запитами, коригувати рішення системи, тим самим створюючи нові розмічені дані для подальшого донавчання моделі (Active Learning).

Впровадження розробленої системи класифікації дозволить суттєво скоротити середній час обробки звернень, повністю виключити рутинні операції на етапі первинного сортування та оптимізувати навантаження на персонал. Подальші етапи дослідження включають детальний аналіз якості класифікації при різних порогових значеннях прийняття рішень, а також навантажувальне тестування системи.

Література

1. Jurafsky D., Martin J. H. *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. 3rd ed. draft. 2024. URL: <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>
2. Tunstall L., von Werra L., Wolf T. *Natural Language Processing with Transformers*. O'Reilly Media, 2022. 408 p.
3. Литвин В. В. *Інтелектуальні системи: підручник*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 364 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ КАТАЛОГІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕЧНОГО ФОНДУ

Прущак В. К., Лапаєв А. В.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі здійснено порівняльний аналіз сучасних систем каталогізації бібліотечного фонду з урахуванням їх архітектурних та функціональних особливостей.

Ключові слова: бібліотечні системи, каталогізація, автоматизація обліку.

Вступ. Сучасні програмні системи каталогізації бібліотечного фонду є ключовим елементом цифрової трансформації бібліотек, оскільки забезпечують систематизацію, зберігання та оперативний доступ до бібліографічних даних. У контексті розвитку відкритих інформаційних екосистем особливої актуальності набуває порівняння інтегрованих бібліотечних систем, що відрізняються архітектурою, функціональністю та рівнем масштабованості.

Метою є здійснення порівняльного аналізу трьох сучасних рішень у сфері автоматизації бібліотечних процесів, а саме систем Koha, FOLIO та Evergreen, які належать до найбільш поширених платформ у міжнародній практиці бібліотечного менеджменту.

Основна частина. Система Koha є однією з найвідоміших відкритих інтегрованих бібліотечних систем, що використовується у публічних, академічних і спеціалізованих бібліотеках у різних країнах світу. Вона побудована на веборієнтованій архітектурі та використовує реляційні бази даних для зберігання бібліографічних записів, підтримуючи стандарти MARC21 та протоколи обміну бібліотечними даними. Важливою перевагою Koha є широка мовна підтримка та активна спільнота розробників, що забезпечує регулярні оновлення та адаптацію до потреб бібліотек різного масштабу. Водночас система потребує значних ресурсів на налаштування та технічне супроводження, особливо у випадку самостійного розгортання [1].

Система FOLIO представляє собою сучасну модульну платформу управління бібліотечними послугами, орієнтовану насамперед на академічні та університетські бібліотеки. Її архітектура побудована на мікросервісному підході, що дозволяє гнучко інтегрувати різні функціональні модулі, зокрема управління фондами, електронними ресурсами та користувачами. Перевагою FOLIO є високий рівень масштабованості та можливість інтеграції з комерційними науковими платформами. Разом із тим система характеризується високим порогом входження, складністю впровадження та значною залежністю від технічної інфраструктури, що обмежує її використання у малих бібліотеках [2].

Система Evergreen є відкритою інтегрованою бібліотечною системою, яка особливо широко застосовується у публічних бібліотечних консорціумах. Вона відзначається стабільною продуктивністю, підтримкою масштабованих мереж бібліотек та ефективною організацією спільного каталогу. Evergreen забезпечує гнучке управління циркуляцією фондів і добре підходить для великих розподілених систем. Серед недоліків можна відзначити складність початкового впровадження та менш розвинену локалізацію порівняно з деякими конкурентними рішеннями [3].

Порівняльний аналіз розглянутих систем дозволяє виділити ключові критерії оцінювання, зокрема зручність впровадження, масштабованість, функціональну гнучкість та рівень підтримки спільноти.

Аналіз отриманих значень свідчить про те, що Koha демонструє найбільш збалансоване поєднання доступності та функціональності, що робить її придатною для широкого спектра бібліотек. FOLIO є найбільш технологічно розвиненим рішенням, однак її впровадження потребує значних ресурсів та відповідної інфраструктури. Evergreen займає проміжну позицію, поєднуючи високу масштабованість із відносною простотою використання у великих бібліотечних мережах.

Висновки. Проведений порівняльний аналіз свідчить про відсутність універсального рішення у сфері каталогізації бібліотечних фондів, оскільки кожна система має власну специфіку застосування. Вибір програмного забезпечення повинен базуватися на розмірі бібліотеки, її організаційній структурі та вимогах до інтеграції з іншими інформаційними системами. Koha є оптимальним варіантом для більшості середніх бібліотек, FOLIO доцільно використовувати у великих академічних установах, тоді як Evergreen ефективний у межах бібліотечних консорціумів.

Література

1. Koha Community [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://koha-community.org/>
2. FOLIO Project [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://folio.org/>
3. Evergreen ILS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evergreen-ils.org/>

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ КРИПТОГРАФІЇ

Горьковенко Є. І., Кушніренко Н. І.

Національний університет "Одеська політехніка"

У роботі представлено розробку інтерактивного Telegram Mini App, призначеного для вивчення базових криптографічних методів у форматі навчальної гри. Обґрунтовано актуальність використання класичних шифрів як засобу формування криптографічної грамотності користувачів [1]. Показано переваги Telegram Mini App як платформи для створення навчальних застосунків, зокрема доступність, кросплатформність та інтеграцію веб-компонентів [3]. Описано структуру застосунку, що включає багаторівневу систему завдань, навчальний модуль та механізми мотивації. Визначено відмінності запропонованого рішення від існуючих аналогів, серед яких – поєднання гейміфікації, адаптивної складності та інтерактивної візуалізації криптографічних алгоритмів.

Ключові слова: криптографія, Telegram Mini App, шифр Цезаря, шифр Віженера, гейміфікація, інформаційна безпека.

Стрімкий розвиток цифрових технологій підвищує ризики кіберзагроз, що зумовлює необхідність використання криптографічних методів для забезпечення конфіденційності, цілісності та автентичності даних [1]. Попри широке застосування криптографії, рівень розуміння її базових принципів серед користувачів залишається недостатнім.

Гейміфікація як сучасний педагогічний підхід сприяє підвищенню мотивації, залученості та формуванню позитивного досвіду навчання. Використання ігрових механік, системи винагород і миттєвого зворотного зв'язку робить засвоєння матеріалу доступнішим і динамічнішим [2]. Завдяки цьому гейміфікація є ефективним інструментом популяризації криптографічних знань серед широкої аудиторії.

Саме тому розробка доступних та інтерактивних інструментів для вивчення основ криптографії є надзвичайно актуальною задачею. Представлена робота присвячена створенню такого інструменту у вигляді Telegram Mini App, що сприятиме формуванню базових знань у зручному та захопливому форматі.

Telegram Mini App є оптимальною платформою для реалізації таких рішень завдяки своїй доступності, відсутності потреби у встановленні окремого програмного забезпечення, підтримці HTML/JS-інтерфейсів та широкій аудиторії користувачів [3]. На відміну від традиційних мобільних застосунків, Telegram Mini App забезпечує миттєвий доступ до навчального контенту, що знижує поріг входження та підвищує залученість користувачів.

Розроблений інтерактивний застосунок поєднує навчальні матеріали та ігрові механіки, що дозволяє користувачам опановувати основи криптографії у захопливому форматі. Структура гри включає три рівні складності. На легкому рівні користувач виконує базові операції шифрування та дешифрування, визначає ключі та бере участь у словесних завданнях. Середній рівень доповнюється обмеженням часу та ускладненими варіантами відповідей, що моделює умови підвищеного когнітивного навантаження. Складний рівень передбачає ручне введення відповідей, роботу з комбінованими шифрами та елементи криптоаналізу, що сприяє глибшому розумінню алгоритмів.

Окрему увагу приділено навчальному модулю, який містить відеолекції, текстові пояснення та інтерактивні демонстрації роботи шифрів. Реалізовано візуалізацію таблиці Віженера та динамічне відображення зсувів у шифрі Цезаря, що відповідає рекомендаціям щодо наочності навчання криптографії, описаним у фаховій літературі [1].

Запропонований застосунок вирізняється серед аналогів поєднанням гейміфікації, адаптивної складності та інтерактивної візуалізації криптографічних процесів. Система досягнень, внутрішня валюта, таблиця лідерів та збереження статистики підвищують мотивацію користувачів і сприяють регулярному навчанню. Telegram Mini App забезпечує зручність використання, кросплатформність та швидку інтеграцію нових функцій, що робить його ефективним середовищем для створення навчальних інструментів [3].

Таким чином, розроблений інтерактивний застосунок демонструє потенціал Telegram Mini App як платформи для навчання криптографії та сприяє підвищенню цифрової грамотності користувачів шляхом поєднання теоретичних знань та практичних завдань у доступному форматі.

Література

1. Ю. Є. Яремчук, О. В. Салієва, І. О. Бондаренко. Основи криптографічного захисту інформації: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2024. 139 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Yaremchuk_2024_139.pdf (дата звернення: 12.04.2026).
2. Карабін О. Й.. Гейміфікація в освітньому процесі як засіб розвитку молодших школярів. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2019. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.67-1.9> (дата звернення: 13.04.2026).
3. Telegram Mini Apps. Telegram APIs. URL: <https://core.telegram.org/bots/webapps> (дата звернення: 13.04.2026).

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ ДО РОБОТИ ЗІ ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНИМИ СИСТЕМАМИ

Чуєнко В. В., Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

Стійка тенденція до ускладнення прикладних задач обумовлюють зміну підходів до створення інформаційних систем та технологій, все більший перехід від використання суто математичних моделей до впровадження моделей та методів штучного інтелекту (ШІ). Ядром будь-якої інформаційної системи, що спирається на використання ШІ, є база знань відповідної предметної галузі. Одним з найбільш ефективних та добре досліджених напрямів ШІ є знання-орієнтований підхід, що охоплює всі етапи вилучення, структурування, машинного представлення та використання в системах логічного виведення або в системах машинного навчання. Завдяки створеним базам знань, що на відміну від баз даних характеризуються структурованістю, можливістю інтерпретації, спрямованістю на прийняття рішень. Крім того, однією з найбільш важливих особливостей виведення на знаннях є застосування механізму пояснення виведення рішення шляхом виведення сформованого поетапного логічного виведення, що дозволяє здійснити перевірку правильності рекомендації від інформаційної системи та підвищує довіру до них.

Отже, відповідно до структурних компонентів інформаційно-цифрової компетентності майбутніх вчителів інформатики, необхідним є формування відповідних знань, вмінь та навичок щодо сутності, основних понять та реалізаційних основ створення інформаційних систем з використанням знання-орієнтованого підходу.

Серед найбільш важливих методичних особливостей навчання даного навчального змісту варто зазначити проблемний підхід, проєктне навчання, використання міжпредметних зв'язків. У відповідності до сучасних тенденцій щодо створення умов для індивідуалізованого навчання необхідною складовою навчання є розробка методичних матеріалів для інформаційної підтримки самостійної роботи здобувачів вищої освіти з можливістю вільного вибору тематики проєктів, міжпредметних зв'язків, форми представлення знань, засобів логічного виведення та пояснення отриманого результату, вирішення питань щодо врахування нечіткості даних та засобів інженерії знань щодо реалізації процедур вилучення знань. Також актуальним є здійснення пошуково-дослідницької навчальної діяльності здобувачів щодо порівняння отриманих рекомендацій з тими, що отримані від систем генеративного ШІ.

ГІПЕРБОЛА ТА ЇЇ ГЕОМЕТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Дроць А. І., Халецький Ю. В.

Університет Ушинського

Ключові слова: аналітична геометрія, гіпербола, канонічне рівняння, криві другого порядку, фокус

У сучасній математичній освіті важливе місце посідає вивчення кривих другого порядку, зокрема гіперболи. Це пов'язано з тим, що такі криві не лише є фундаментальними об'єктами аналітичної геометрії, але й мають широке застосування у природничих і технічних науках. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю поглиблення знань учнів про функціональні залежності та геометричні образи рівнянь, а також розвитком їхнього аналітичного мислення.

Важливим завданням аналітичної геометрії є дослідження загального рівняння лінії другого порядку та приведення його до найпростіших (канонічних) форм.

Означення 1. Гіпербола є лінією, що визначається в якійсь декартовій прямокутній системі координат *канонічним рівнянням*:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad , \text{де } a > 0, b > 0. \quad (1)$$

Це безліч всіх точок на площині, для будь-якої з яких абсолютна різниця відстані між двома точками F_1 і F_2 , що називається фокусами, завжди дорівнює одному і тому ж значенню $2a$. Згідно із записаним правилом, усі точки гіперболи $|x| \geq a$. [1]

Означення 2. Фокальними радіусами точки $M(x; y)$ гіперболи називаються величини $r_1 = F_1M$ та $r_2 = F_2M$.

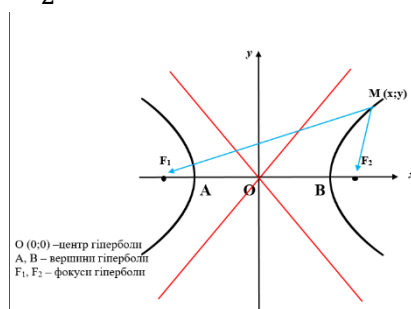


Рис. 1. Гіпербола

Розглянемо наступний приклад: привести до канонічного вигляду рівняння кривої 2 порядку, знайти всі її параметри, побудувати криву [2].

$$9x^2 - 4y^2 - 90x - 8y + 185 = 0$$

Розв'язок:

- 1) Приведемо рівняння кривої до канонічного вигляду, виділяючи повні квадрати:

$$\begin{aligned}
 9x^2 - 4y^2 - 90x - 8y + 185 &= 0 \\
 9(x^2 - 10x) - 4(y^2 + 2y) + 185 &= 0 \\
 9(x^2 - 10x + 25) - 4(y^2 + 2y + 1) &= -185 + 225 - 4 \\
 9(x - 5)^2 - 4(y + 1)^2 &= 36 \\
 \frac{(x - 5)^2}{4} - \frac{(y + 1)^2}{9} &= 1 \\
 \frac{(x - 5)^2}{2^2} - \frac{(y + 1)^2}{3^2} &= 1
 \end{aligned}$$

- 2) Отримали канонічне рівняння гіперболи $\frac{(x-5)^2}{2^2} - \frac{(y+1)^2}{3^2} = 1$ з центром у точці $O(5; -1)$ і пів осями $a = 2, b = 3$.
- 3) Асимптоти гіперболи:
 $y + 1 = \pm \frac{b}{a}(x - 5), y = \pm \frac{3}{2}(x - 5) - 1$
- 4) Параметр: $c: c^2 = a^2 + b^2 = 4 + 9 = 13, c = \sqrt{13}$.
- 5) Тоді фокуси гіперболи розташовані у точках:
 $F_1(c + 5, -1) = F_1(\sqrt{13} + 5, -1)$ і $F_2(-c + 5, -1) = F_2(-\sqrt{13} + 5, -1)$.
- 6) Ексцентриситет гіперболи: $\varepsilon = \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{13}}{2} \approx 1,8 > 1$.
- 7) Директриси гіперболи: $x - 5 = \pm \frac{a}{\varepsilon}, x = \pm \frac{4}{\sqrt{13}} + 5$.
- 8) Зробимо креслення. Накреслимо гіперболу й її асимптоти, відмітим центр $O(5; -1)$.

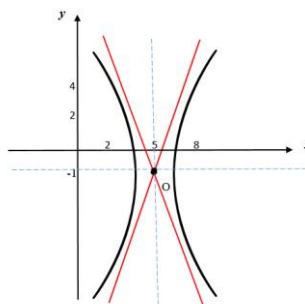


Рис.2

Отже, гіпербола є важливим об'єктом аналітичної геометрії, який має чітко визначені властивості та широке практичне застосування. Її вивчення у шкільному курсі математики сприяє формуванню ключових математичних компетентностей учнів і розвитку їхнього наукового світогляду.

Література

1. Булдигін В. В., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Диховичний О. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навч. посібник. Київ: ТВіМС, 2011. 224 с.
2. Семко М. М., Скасків Л. В., Ярова О. А., Чернобай О. Б. Вища та прикладна математика. Вища математика. Київ, 2017. 181 с.

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ОСНОВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Чулкова А. О., Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

У відповідності до діючої нормативно бази, що регламентує професійні компетентності вчителів інформатики, серед професійних компетентностей, що мають бути сформованими, важливе місце належить формуванню інформаційно-цифрової компетентності, що полягає у здатностях орієнтуватись в інформаційному просторі, критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності; використовувати наявні та створювати нові освітні ресурси; використовувати цифрові технології в освітньому процесі. Серед сучасних інформаційних технологій одне з важливих місць займають інтелектуальні технології, що розроблені на основі моделей та методів штучного інтелекту. За останні роки засоби штучного інтелекту бурхливо розвиваються, що призвело до появи засобів генеративного штучного інтелекту, використання яких є доволі простим технологічно, втім потребує усвідомленого ставлення до можливостей, переваг та недоліків таких інструментів, зокрема, в освіті.

Для формування відповідних складових інформаційно-цифрової компетентності майбутніх вчителів інформатики в педагогічних ЗВО передбачається навчання основ штучного інтелекту шляхом навчання відповідних навчальних дисциплін вказаного спрямування. Основною метою таких навчальних дисциплін є ознайомлення студентів з основами штучного інтелекту, основними напрямками розвитку, перевагами та недоліками використання конкретних інструментів штучного інтелекту у розв'язанні освітніх задач (управління навчанням, генерацією контенту різного виду, підготовки здобувачів до адекватного відображення в шкільному курсі інформатики змістової частини щодо основ штучного інтелекту (ШІ) та запобігання упередженості та дотримання етичних норм, академічної доброчесності, формування критичного мислення).

В даному дослідженні розглядається обґрунтування формування складових змісту навчання здобувачів вищої педагогічної освіти щодо використання ШІ на

основі переліку основних завдань освітньої діяльності, що пов'язані з використанням інтелектуальних технологій, визначення ролі та структури необхідних методичних матеріалів для створення умов для самостійної роботи здобувачів освіти та їх впровадження у навчальний процес. Такий підхід дозволить з'ясувати позитивний вплив розроблених методичних матеріалів на підвищення ефективності навчання основ штучного інтелекту в ЗВО.

РЕАЛІЗАЦІЯ КРОСПЛАТФОРМНОГО ДОДАТКА ДЛЯ КОНТРОЛЮ АКАДЕМІЧНОЇ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗАСОБАМИ .NET MAUI ТА SQLITE

Тюртюбек У. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: інформаційна система навчального центру, багатосторінковий застосунок, .NET MAUI, SQLite, MVVM, кросплатформна розробка, академічний рейтинг студентів.

Ефективність управління навчальним центром значною мірою залежить від швидкості обміну інформацією між студентами, викладачами та адміністрацією. Традиційні методи ведення документації часто не забезпечують достатньої оперативності доступу до академічних даних. Зокрема, викладачам необхідна можливість швидко вносити результати оцінювання та аналізувати успішність студентів, а адміністрації – оперативно формувати звіти та узагальнювати академічні дані.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є використання кросплатформних додатків, зокрема в межах розробки систем електронного навчання для автоматизації освітнього процесу [1]. Платформа .NET MAUI дозволяє створювати застосунки для iOS, Android, macOS та Windows на основі єдиної кодової бази мовою C# [2]. Для організації структури інтерфейсу використовується механізм навігації Shell, що підтримує ієрархічну структуру сторінок, вкладки та бічне меню. Локальне збереження даних реалізовано за допомогою SQLite – компактної вбудованої системи керування базами даних, яка забезпечує швидку обробку запитів та автономність роботи застосунку без потреби у віддаленому сервері [3].

Архітектура програмного забезпечення побудована на основі патерну Model-View-ViewModel (MVVM) [4], що забезпечує розділення логіки інтерфейсу, представлення даних та бізнес-логіки [5]. Такий підхід дозволяє підвищити масштабованість системи, спростити тестування окремих компонентів та забезпечити незалежність графічного інтерфейсу від логіки обробки даних.

Розроблений багатосторінковий застосунок реалізує механізми прив'язки даних та централізованого керування стилями інтерфейсу, що забезпечує уніфіковану взаємодію користувача із системою на різних платформах. Функціональні можливості системи адаптовані до потреб різних категорій користувачів. Викладачі отримують мобільний журнал для оперативного внесення оцінок та аналізу успішності студентів; адміністрація має доступ до інструментів автоматичного формування списків академічних боржників, рейтингових таблиць та статистичних звітів; студенти отримують доступ до інформації про власну академічну успішність та заборгованість, графіки перескладання дисциплін, поточне місце у рейтингу групи або факультету.

Розрахунок рейтингу студентів у системі здійснюється на основі середнього значення отриманих оцінок за дисципліни семестру:

$$R_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n G_{ij} ,$$

де R_i – рейтинговий бал i -го студента, G_{ij} – оцінка студента i з дисципліни j , n – кількість дисциплін у семестрі.

Після обчислення рейтингового балу всі студенти сортуються у порядку спадання значення. Кількість студентів, які отримують академічну стипендію, визначається відповідно до встановленого відсотка від загальної кількості студентів бюджетної форми навчання. Студенти, які мають підсумкову оцінку з дисципліни нижче 60 балів, автоматично відносяться до категорії академічних боржників.

Запропонований підхід дозволяє автоматизувати ряд рутинних адміністративних процесів. Використання єдиної кросплатформної архітектури забезпечує доступ до функціоналу системи з мобільних та настільних пристроїв, що сприяє підвищенню оперативності управлінських рішень.

Наукова новизна роботи полягає у реалізації інтегрованого кросплатформного програмного рішення для автоматизації академічного моніторингу навчального центру, яке поєднує мобільний доступ до освітніх даних із механізмами автоматизованого формування аналітичної інформації щодо академічної успішності студентів.

Література

1. Розробка системи електронного навчання для автоматизації освітнього процесу. URL: <https://journals.dut.edu.ua/index.php/sciencenotes/article/view/2847> (дата звернення 10.04.2026 р.).
2. Microsoft. .NET MAUI documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/maui/?view=net-maui-10.0> (дата звернення 10.04.2026 р.).

3. Microsoft. Local Databases in .NET MAUI (SQLite). URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/maui/data-cloud/database-sqlite?view=net-maui-10.0> (дата звернення 10.04.2026 р.).
4. Nijs P. The MVVM Pattern in .NET MAUI. Birmingham : Packt Publishing, 2023. 386 p.
5. Microsoft. Model–View–ViewModel (MVVM) in .NET MAUI. URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/maui/xaml/fundamentals/mvvm?view=net-maui-10.0> (дата звернення 10.04.2026 р.).

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА КОНВЕЄРІ

Остапенко А. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Розроблено автоматичну систему сортування об'єктів з використанням технологій комп'ютерного зору. Показана можливість впровадження алгоритмів штучного інтелекту в автономні мікроконтролерні системи за рахунок інтеграції їх обчислювальних потужностей.

Сучасна промисловість активно впроваджує автоматизовані системи для підвищення продуктивності виробництва та зменшення впливу людського фактора. Одним із важливих завдань автоматизації є сортування об'єктів на конвеєрних лініях.

Традиційні системи сортування зазвичай використовують прості сенсори, наприклад індуктивні, оптичні або вагові датчики. Однак такі рішення мають обмежені можливості, оскільки дозволяють визначати лише окремі фізичні параметри об'єктів. Натомість використання технологій комп'ютерного зору та алгоритмів штучного інтелекту дає змогу аналізувати зображення об'єктів і класифікувати їх за формою, кольором або іншими характеристиками.

У зв'язку з цим розробка інтелектуальних систем сортування на основі мікроконтролерів та технологій комп'ютерного зору є актуальним завданням у сфері автоматизації виробничих процесів.

Метою роботи було створення інтелектуальної системи сортування об'єктів на конвеєрі з використанням мікроконтролерів STM32 та ESP32.

Для досягнення поставленої мети було використано такі методи:

- використання технологій комп'ютерного зору для розпізнавання об'єктів;
- застосування алгоритмів машинного навчання для класифікації зображень;

- використання мікроконтролерів для керування виконавчими механізмами;
- організація обміну даними між мікроконтролерами через інтерфейс UART;
- відправка статистичної інформації через Wi-Fi на сервер для подальшого аналізу та візуалізації даних.

Мікроконтролер ESP32 з камерою використовується для отримання зображень об'єктів та їх подальшого розпізнавання за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. Мікроконтролер STM32 відповідає за керування виконавчими механізмами системи, які здійснюють фізичне керування конвеєром та сортування об'єктів.

Аналіз зображення та класифікація об'єкта, який потрапляє в зону контролю камери, виконується за допомогою технологій TinyML. Результат класифікації передається у вигляді коду, який відповідає певному типу об'єкта, до мікроконтролера STM32 через послідовний інтерфейс UART. Паралельно, результати передаються на сервер засобами бездротового зв'язку Wi-Fi для подальшої обробки та візуалізації. Отримавши інформацію про тип об'єкта, мікроконтролер STM32 формує керуючі сигнали для виконавчих механізмів.

Застосування двох мікроконтролерів дозволило ефективно розподілити функції системи. ESP32 виконує складні математичні задачі, пов'язані з обробкою зображень і роботою алгоритмів штучного інтелекту, а також підтримує зв'язок з сервером. У свою чергу STM32 забезпечує стабільне керування обладнанням у режимі реального часу.

Висновки

Запропонований підхід з розподілом функцій між кількома мікроконтролерами дозволяє впроваджувати елементи штучного інтелекту у відносно недорогі системи автоматичного сортування на виробництві.

Запропонована архітектура системи забезпечує гнучкість та можливість розширення, за необхідності, зміною кількості класів об'єктів або додаванням виконавчих механізмів без суттєвої зміни апаратної структури.

Література

1. Carmine Noviello *Mastering STM32 A step-by-step guide to the most complete ARM Cortex-M platform, using the official STM32Cube development environment.* – Victoria : Lean Publishing, 2022. – 910 p.
2. Dogan Ibrahim *ARM-Based Microcontroller Multitasking Projects Using the FreeRTOS Multitasking Kernel.* – Oxford : Elsevier Ltd, 2020. – 498 p.

3. Sai Yamanoor IoT Product Development Using ESP32 Microcontrollers: A Staggered Approach with Six Prototyping and Product Development Examples. - Santa Clara : Sai Yamanoor and Srihari Yamanoor, 2025. – 248 p.
4. Warren Gay RISC-V Assembly Language Programming Using ESP32-C3 and QEMU. - Susteren, The Netherlands : Elektor International Media B.V., 2022. – 267 p.
5. Офіційний сайт Arm Ядро Cortex-M4 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://developer.arm.com/Processors/Cortex-M4>
6. Офіційний сайт ST [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/documentation.html>
7. Офіційний сайт Espressif ESP32 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

ЗАСТОСУВАННЯ LEGO MINDSTORMS EV3 У ДІЯЛЬНОСТІ ШКІЛЬНОГО ГУРТКА З ОСНОВ РОБОТОТЕХНІКИ.

Власенко О. О., Гайдусь А. Ю.

Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди

Гурткова діяльність є традиційною та провідною формою реалізації змісту позашкільної освіти й виховання учнів під час вивчення окремих навчальних предметів. Головною метою гуртка є засвоєння теоретичних знань про механізми поєднання та процеси програмування з застосуванням набору LEGO EV3, а також набуття практичних умінь з його налагодження.

Ключові слова: гурток, робототехніка, конструктор LEGO EV3.

Робототехніка обрана не випадково: вона є однією з нових сфер застосування основ алгоритмізації та програмування, та популярним і ефективним методом для вивчення важливих галузей науки, технології, конструювання. Більшість сучасних технічних галузей неможливо уявити без використання роботизованих систем виробництва. Це ставить нові завдання перед сучасною системою освіти. Саме тому робототехніка стала одним із популярних напрямів позакласної освіти учнів [1].

Основним інструментарієм є набір LEGO Mindstorms EV3, який містить понад 600 деталей, включаючи програмований блок EV3, три сервомотори, ультразвуковий датчик, датчик кольору, гіроскоп, датчик торкання та безліч технічних елементів для конструювання роботів. З деталей, що входять до комплекту, збираються п'ять видів радіокерованих роботів, що навчаються.

Основними складовими компонентами є програмований блок EV3 Brick [2] до нього входить: процесор ARM9 300 МГц; flash пам'ять 16 Мб, оперативна пам'ять 64 Мб, 4 цифрових порта зі швидкістю передачі даних до 460.8 Кбіт / сек;

4 порта для моторів з датчиком обертів; USB-порт для ПК і підключення WiFi-адаптера (USB 2.0 / USB 1.1). Безкоштовний додаток EV3 Programmer App дозволяє програмувати робота. Інтуїтивний інтерфейс робить програмування особливо простим.

Тому гурток з робототехніки у школі є простором для самореалізації особистості, де навчання перетворюється на захопливий пошук, що допомагає учню знайти своє покликання.

Література

1. Кривонос О.М. Робототехніка в школі / О. М. Кривонос // Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. – С. 90-91.
2. Lego Mindstorms EV3. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_EV3

ГІБРИДНИЙ МЕТОД СЕМАНТИЧНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ НЕІНФОРМАТИВНИХ ЗАПИСІВ У СИСТЕМНИХ ЛОГАХ

Суходольський Р.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Запропоновано гібридний метод фільтрації неінформативних записів у нерозмічених системних логах, що поєднує шаблонізацію Drain, BERT-векторизацію, кластеризацію K-Means та класифікатор GaussianNB. Оскільки набір даних ZooKeeper (LogHub) не містить ground truth міток, оцінювання виконано як вимірювання здатності класифікатора відтворювати кластерну структуру (проху-метрика): macro F1 = 0,73–0,81, weighted F1 = 0,96–0,976.

Ключові слова: системні логи, фільтрація, BERT, Drain, кластеризація, найвний баєсівський класифікатор, нерозмічені дані.

Сучасні розподілені системи генерують мільйони лог-записів на добу [1]. Аномальні записи становлять 2–10% обсягу [4], решта – штатні повторювані події. Регулярні вирази не масштабуються при зміні формату логів [3]. Глибокі моделі (DeepLog [7], LogBERT [8]) досягають F1 0,78–0,91 на розмічених датасетах (HDFS, BGL), проте потребують анотованих даних, які рідко доступні [2]. Це мотивує методи для нерозмічених логів.

Мета – розробка гібридного пайплайну для нерозмічених логів. Набір ZooKeeper із LogHub [1] не має ground truth міток аномалій, тому застосовано підхід з автоматичним формуванням міток через кластеризацію. Пайплайн спочатку групує логи семантично, а класифікатор навчається швидко відносити нові записи до вже виявлених груп, що дозволяє зменшити обсяг даних для ручного аналізу.

Архітектура: 1) препроцесинг – нормалізація IP-адрес, PID, часових міток; 2) Drain [3] – дерево пошуку з фіксованою глибиною d забезпечує час $O(d)$ на запис, де d – невелика константа, і зменшує розмірність до сотень шаблонів; 3) BERT-векторизація [5] – bert-base-uncased генерує 768-вимірні контекстуальні ембединги через механізм self-attention [6]; на відміну від TF-IDF, представлення слова залежить від контексту; 4) кластеризація K-Means та класифікація на автоматично сформованих мітках.

BERT-вектори кластеризовано K-Means із $k = 44$ – значення обрано за кількістю шаблонів Drain для порівнянності підходів; це евристичний вибір без систематичного аналізу чутливості (elbow, gap statistic). Коефіцієнт силуету 0,724 свідчить про прийнятне відокремлення кластерів [9]. Порівняння показало, що BERT-кластеризація краще розрізняє семантично близькі, але функціонально різні повідомлення, проте без TF-IDF + K-Means baseline внесок BERT-компонента залишається непереконливим.

GaussianNB моделює кожну компоненту BERT-вектора нормальним розподілом – це сильна апроксимація для трансформерних представлень, перевірка якої (Q-Q plot, тест нормальності) у роботі не виконувалась. На розбитті 80/20 GaussianNB показав weighted F1 = 0,96–0,976 та macro F1 = 0,73–0,81 (залежно від K-Means або Drain міток). Macro F1 є більш інформативною метрикою при дисбалансі: вона показує, що рідкісні кластери – потенційно найцікавіші для аналізу – класифікуються значно гірше. Обидві метрики є проху-оцінками відтворення кластерної структури, а не реального виявлення аномалій.

Обмеження: один нерозмічений датасет; відсутні TF-IDF baseline та порівняння з DeepLog/LogBERT на розмічених даних; евристичний поріг рідкості кластерів; неперевірене припущення нормальності для GaussianNB. Подальша робота: валідація на розмічених датасетах (HDFS, BGL), порівняльний аналіз GaussianNB, Logistic Regression і LinearSVC, TF-IDF baseline та ablation study.

Література

1. Zhu J., He S., He P., Liu J., Lyu M. R. LogHub: A Large Collection of System Log Datasets for AI-driven Log Analytics. IEEE ISSRE. 2023.
2. Landauer M. et al. Deep Learning for Anomaly Detection in Log Data: A Survey. Machine Learning with Applications. 2023.
3. He P., Zhu J., Zheng Z., Lyu M. R. Drain: An Online Log Parsing Approach with Fixed Depth Tree. IEEE ICWS. 2017. P. 33–40.
4. Landauer M., Skopik F., Wurzenberger M. A Critical Review of Common Log Data Sets Used for Evaluation of Sequence-based Anomaly Detection Techniques. Proc. ACM Softw. Eng. 2024.

5. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. NAACL-HLT. 2019. P. 4171–4186.
6. Vaswani A. et al. Attention is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017.
7. Du M., Li F., Zheng G., Srikumar V. DeepLog: Anomaly Detection and Diagnosis from System Logs through Deep Learning. ACM CCS. 2017. P. 1285–1298.
8. Guo H., Yuan S., Wu X. LogBERT: Log Anomaly Detection via BERT. IEEE IJCNN. 2021. P. 1–8.
9. Kaufman L., Rousseeuw P. J. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. Wiley. 1990. 342 p.

СИСТЕМА КООРДИНАЦІЇ ГРУПИ РОБОТІВ ДЛЯ СПІЛЬНОГО ВИКОНАННЯ ЗАДАЧ

Грекова В. Ф.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

У роботі розглядається проектування та реалізація системи координації групи мобільних роботів на основі підходів swarm robotics. Описано основні принципи колективної поведінки, включаючи децентралізоване управління, локальну взаємодію агентів та самоорганізацію. Проаналізовано алгоритми розподілу задач, колективного пошуку та обміну інформацією між роботами. Обґрунтовано ефективність використання ройових алгоритмів у задачах, що потребують масштабованості та адаптивності.

Ключові слова: swarm robotics, багатороботні системи, координація роботів, децентралізовані алгоритми, колективна поведінка, розподіл задач.

Сучасні тенденції розвитку робототехніки передбачають перехід від індивідуальних автономних роботів до колективних систем, здатних ефективно взаємодіяти для виконання складних задач. Особливу увагу приділяють підходу swarm robotics, який базується на принципах природних систем, таких як поведінка мурах або роїв комах. У таких системах відсутній центральний керуючий елемент, а всі рішення приймаються на основі локальної інформації, що забезпечує високу стійкість до відмов та гнучкість [1].

Однією з ключових задач у багатороботних системах є організація ефективної координації між агентами. Це включає розподіл задач, уникнення конфліктів, синхронізацію руху та обмін інформацією. У сучасних дослідженнях активно застосовуються алгоритми ройової поведінки, які дозволяють досягати узгоджених дій без централізованого управління [2].

У роботі запропоновано модель взаємодії роботів, що передбачає використання локальної комунікації між агентами та прийняття рішень на основі даних від сусідніх роботів. Такий підхід дозволяє забезпечити масштабованість системи та ефективну роботу навіть при збільшенні кількості агентів. Для реалізації координації використано алгоритм, що поєднує принципи феромонної поведінки та розподілу задач.

Особливу увагу приділено симуляційному моделюванню системи. Реалізація виконана з використанням сучасних програмних середовищ, що дозволяють досліджувати поведінку великої кількості роботів у різних сценаріях. Проведено аналіз ефективності системи при зміні кількості агентів, складності середовища та параметрів алгоритму.

Результати показали, що запропонована система забезпечує ефективне виконання задач колективного пошуку та покриття території. Зі збільшенням кількості роботів спостерігається зменшення часу виконання задачі, що підтверджує масштабованість підходу. Крім того, система демонструє стійкість до втрати окремих агентів [3].

Таким чином, використання swarm robotics є перспективним напрямом для створення адаптивних і надійних багатороботних систем. Запропонований підхід може бути застосований у логістиці, моніторингу територій, пошуково-рятувальних операціях та інших сферах, де необхідна колективна взаємодія автономних агентів.

Література

1. Brambilla M., Ferrante E., Birattari M., Dorigo M. Swarm robotics: a review from the swarm engineering perspective. *Swarm Intelligence*. 2018. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11721-012-0075-2>
2. Debie E., Shafiq O., Ahmad I. A survey of swarm robotics: Recent developments and applications. *ACM Computing Surveys*. 2023. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3611652>
3. Kegeleirs M., Garattoni L., Birattari M. Towards applied swarm robotics: current limitations and future directions. *Frontiers in Robotics and AI*. 2025. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2025.1607978>

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНКИ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Іванова М. С.

Національний університет «Одеська політехніка»

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки підприємства змушені постійно підвищувати ефективність своєї діяльності, зокрема у сфері

постачання. Від якості роботи постачальників залежить стабільність виробництва, рівень витрат та конкурентоспроможність продукції.

Постачальники відіграють важливу роль у формуванні логістичних ланцюгів, тому їх оцінка має здійснюватися системно та обґрунтовано. Традиційні підходи до аналізу часто базуються на суб'єктивних оцінках, що знижує точність прийняття управлінських рішень.

Інформаційна система аналізу постачальників є ефективним інструментом автоматизації процесів збору, обробки та аналізу даних. Вона дозволяє накопичувати інформацію про діяльність контрагентів, забезпечує її структурованість та доступність для подальшого використання.

Основними функціями системи є: ведення бази даних постачальників, моніторинг виконання контрактів, аналіз якості поставок, оцінка фінансових показників та формування звітності. Це забезпечує комплексний підхід до оцінювання ефективності співпраці.

Для оцінки ефективності постачальників застосовується система критеріїв, серед яких: своєчасність поставок, якість продукції, рівень цін, стабільність співпраці, рівень сервісу, гнучкість умов та швидкість реагування на зміни.

На основі цих критеріїв формується інтегральний показник ефективності, який дозволяє порівнювати різних постачальників між собою. Використання вагових коефіцієнтів дає можливість враховувати пріоритетність окремих показників.

Інформаційна система може реалізовувати методи багатокритеріального аналізу, що підвищує об'єктивність оцінювання. Результати аналізу можуть бути представлені у вигляді рейтингів, графіків та аналітичних звітів.

Важливою перевагою є можливість оперативного виявлення проблемних постачальників та прийняття управлінських рішень щодо оптимізації співпраці. Це сприяє зниженню ризиків та витрат підприємства. З технічної точки зору система може бути реалізована як веб-додаток із використанням клієнт-серверної архітектури. База даних забезпечує збереження інформації, сервер обробляє запити, а інтерфейс надає доступ користувачам.

Використання сучасних технологій, таких як хмарні сервіси та аналітичні платформи, дозволяє підвищити масштабованість і доступність системи. Перспективним напрямом є інтеграція з ERP-системами підприємства.

Автоматизація процесу оцінювання дозволяє зменшити вплив людського фактора, підвищити точність результатів та скоротити час обробки інформації. Крім того, система дозволяє оперативно виявляти проблемних постачальників та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо подальшої співпраці.

Для забезпечення об'єктивності автоматизованого аналізу в межах інформаційної системи доцільно використовувати методику багатофакторного оцінювання, де інтегральний показник надійності постачальника розраховується як зважена сума нормалізованих значень окремих критеріїв. Це дозволяє нівелювати різницю в одиницях вимірювання і привести їх до єдиної шкали порівняння. Важливим аспектом функціонування такої системи є її інтеграція з модулями складського обліку та контролю якості через програмні інтерфейси API, що забезпечує автоматичне надходження первинних даних про дефекти або затримки без участі оператора.

Впровадження алгоритмів інтелектуальної обробки даних дозволяє системі не лише констатувати минулі результати співпраці, а й здійснювати предиктивний аналіз, прогнозуючи потенційні ризики зриву поставок на основі коливання ринкових індикаторів та ретроспективної поведінки контрагента.

З економічної точки зору, автоматизація даного процесу мінімізує транзакційні витрати підприємства, пов'язані з пошуком та перевіркою постачальників, а також створює підґрунтя для формування динамічного рейтингу, який є базою для перегляду умов контрактів та оптимізації витрат на закупівлі.

Архітектура системи, побудована на засадах модульності, забезпечує можливість швидкого масштабування інструментарію відповідно до зростання кількості контрагентів. Використання хмарних обчислювальних потужностей дозволяє зберігати великі масиви історичних даних (Big Data), аналіз яких допомагає виявляти приховані закономірності у ланцюгах постачання та підвищувати загальну стійкість логістичної системи підприємства до зовнішніх шоків.

Таким чином, перехід від дискретної суб'єктивної оцінки до безперервного автоматизованого моніторингу стає ключовим фактором трансформації закупівельної діяльності у стратегічну функцію управління цінністю компанії. Перспективи розвитку таких систем пов'язані з використанням технологій штучного інтелекту, машинного навчання та аналізу великих даних.

Це дозволить здійснювати прогнозування ефективності співпраці, виявляти ризики та формувати рекомендації для прийняття управлінських рішень. Отже, впровадження інформаційної системи аналізу постачальників сприяє підвищенню ефективності управління, зменшенню витрат та покращенню якості продукції.

Подальший розвиток таких систем нерозривно пов'язаний із впровадженням інтелектуальних агентів та систем підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту.

Література

1. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація логістики : монографія. Київ : Четверта хвиля, 2017. 608 с.
2. Зайченко Ю. П. Інформаційні системи прийняття рішень : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 514 с.
3. Криворідько А. С. Управління ланцюгами постачання: теорія та практика : підручник. Харків : Вид. ХНЕУ, 2018. 320 с.
4. Ларіна Р. Р. Формування та розвиток регіональних логістичних систем : монографія. Донецьк : ВІК, 2020. 345 с.
5. Макарова М. В. Електронна комерція : навч. посіб. Київ : Академія, 2019. 272 с.
6. Окландер М. А. Логістика : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 312 с.

РОЗРАХУНОК НЕВИЗНАЧЕНОСТІ СЕГМЕНТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Димо В. В.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

У роботі досліджується модель U-Net з модулем ASPP замість bottleneck з розрахунком невизначеності за допомогою Monte Carlo Dropout для вирішення задачі семантичної сегментації пошкоджених будівель. В рамках тестування побудовано декілька моделей, на власному наборі даних досягнуто приросту 3.8% середнього IoU, 4% для вцілілих і 5.3% для зруйнованих будівель. На основі дисперсії, ентропії та взаємної інформації сформовано маски невизначеності, які можуть використовуватися для покращення сегментації. У результаті підтверджено позитивний вплив запропонованих підходів і методів на сегментаційні можливості моделі.

Ключові слова: семантична сегментація, Monte Carlo Dropout, U-Net, ASPP.

У задачах попереднього аналізу пошкоджень ключову роль, окрім підвищення точності й ефективності, відіграє оцінка невизначеності моделі, що може використовуватися для прийняття рішень. Історично нейронні мережі зайняли нішу моделей для виявлення об'єктів та сегментації зображень, широкого поширення набули такі архітектури як YOLO, ResNet, U-Net. В останніх дослідженнях розглядаються різні модифікації U-Net, що використовують механізми уваги й окремі модулі [1, 2]. Водночас постає питання не лише підвищення точності й ефективності моделі, але й розрахунок невизначеності, які можуть використовуватися в подальшому як для візуалізації, так і покращення моделі, що є актуальним для вирішення задачі сегментації пошкоджених будівель.

В рамках дослідження було побудовано декілька моделей, модифікувавши класичну архітектуру U-Net шляхом додавання модуля ASPP (англ. Atrous Spatial Pyramid Pooling), що дозволяє зменшити кількість розрахунків завдяки застосуванню «розріджених» фільтрів, що потенційно не лише спрощує модель, але й підвищує можливість розпізнавати інформацію різної масштабованості, що досягається завдяки різній розмірності фільтрів й зерна. У таблиці 1 вказані результати дослідження й відібрані найкращі моделі серед усіх, що досліджувалися у порівнянні з базовою: CSE – використання перехресної ентропії як функції втрат, Combined – поєднання CSE з Dice Loss.

Таблиця 1

Модель	Loss	IoU Damaged	IoU Intact	IoU Mean
Базова модель	0.269	0.395	0.406	0.539
CSE	0.146	0.453	0.45	0.577
Combined	0.199	0.448	0.446	0.577

Наведені вище моделі показали найкращі результати із застосуванням 32 фільтрів, замість 64 у базовій моделі, збільшенню аугментацій у 10 разів, а також активації Dropout у 30% випадках. В рамках тестування було використано власний набір даних, що містив 100 зображень розмірністю 512 на 512 міста Маріуполь, які були зроблені у 2022 році; зображення отримані за допомогою Google Earth.

Для врахування невизначеності моделей було застосовано метод Monte Carlo Dropout [3], який передбачає використання активованого шару Dropout не лише під час навчання, але й інференсу, як наближення баєсівського висновку. Завдяки розрахунку дисперсії, ентропії та взаємної інформації для кожного пікселя, були побудовані відповідні сегментаційні маски невизначеності [4]. Приклад наведено на рисунку 1.

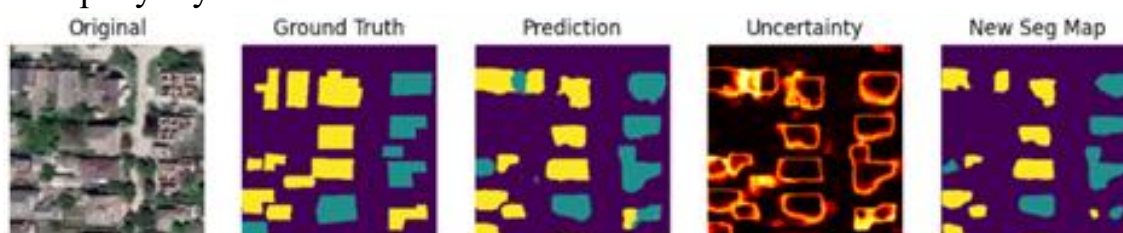


Рис. 1 Приклад виводу мережі: сегментаційні й маска невизначеності

У роботі розглянуто модифіковані моделі архітектури U-Net із інтегрованим модулем ASPP і підходом Monte Carlo Dropout для оцінювання невизначеності. На основі дисперсії, ентропії та взаємної інформації сформовано відповідні маски, які в подальшому можна застосовувати для підвищення якості сегментації. Показано, що використання ASPP разом із комбінованою функцією втрат сприяє зростанню точності, зокрема до 3.8% середнього IoU та 5.3% для

зруйнованих будівель. Отримані маски невизначеності дали змогу виділити найбільш надійні ділянки, що підтверджує доцільність подальших досліджень.

Література

1. Yang Q., Wang Z., Liu S., Li Z. Research on improved U-net based remote sensing image segmentation algorithm. arXiv, 2024.
2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Spatial pyramid pooling in deep convolutional networks for visual recognition // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2015. Vol. 37, No. 9. P. 1904–1916.
3. Gal Y., Ghahramani Z. Dropout as a Bayesian approximation: Representing model uncertainty in deep learning // Proceedings of the 33rd International Conference on Machine Learning. 2016. Vol. 48. P. 1050–1059.
4. Rey M., Mnih A., Neumann M., Overlan M., Purves D. Uncertainty evaluation of segmentation models for Earth observation. arXiv, 2025.

ВИБІР СТЕКУ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНОЇ ЛОГІСТИКИ

Небога М. О., Гришин С. І.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі розглянуто підходи до вибору стеку технологій для розробки системи моніторингу та оптимізації міжнародних логістичних процесів. Обґрунтовано використання сучасних інструментів для обробки просторово-часових даних, інтеграції аналітичних модулів та забезпечення масштабованості системи.

Ключові слова: стек технологій, логістика, моніторинг, оптимізація маршрутів, геоінформаційні системи, обробка даних.

Вступ. Сучасні міжнародні логістичні системи функціонують в умовах високої динамічності, великого обсягу даних та необхідності оперативного прийняття рішень. Ефективність вантажоперевезень залежить від здатності системи швидко обробляти інформацію про маршрути, часові затримки, зовнішні фактори та зміни транспортної ситуації. Традиційні програмні рішення часто не забезпечують достатньої гнучкості та масштабованості, що ускладнює їх використання у складних логістичних мережах.

У зв'язку з цим актуальним є вибір оптимального стеку технологій, який дозволить реалізувати систему моніторингу та оптимізації логістичних процесів із підтримкою просторово-часового аналізу та прогнозування ефективності маршрутів [1].

Основна частина. Розробка системи моніторингу міжнародної логістики передбачає використання багаторівневої архітектури, що включає серверну частину, клієнтський інтерфейс, базу даних та аналітичні модулі.

Для реалізації серверної частини доцільно використовувати сучасні фреймворки, такі як Python (FastAPI, Django) або Node.js, які забезпечують ефективну обробку запитів, підтримку асинхронності та інтеграцію з аналітичними сервісами. Це дозволяє створювати масштабовані системи, здатні працювати з великими обсягами даних у режимі реального часу [1].

Важливим компонентом є система зберігання даних. Для роботи з просторово-часовою інформацією доцільно застосовувати реляційні бази даних із геопросторовими розширеннями, зокрема PostgreSQL із PostGIS. Такий підхід дозволяє ефективно обробляти маршрути, координати та географічні об'єкти [2].

Для обробки поточкових даних і подій у реальному часі можуть використовуватися технології типу Apache Kafka або RabbitMQ, які забезпечують надійну передачу даних між компонентами системи. Це особливо важливо для моніторингу транспортних засобів і оперативного реагування на зміни умов перевезень.

Клієнтська частина системи реалізується за допомогою сучасних JavaScript-фреймворків, таких як React або Vue.js. Вони забезпечують створення інтерактивних інтерфейсів користувача та можливість візуалізації логістичних даних. Для роботи з картографічною інформацією використовуються бібліотеки Leaflet або Mapbox, що дозволяють відображати маршрути та аналізувати просторові залежності.

Окрему роль відіграє модуль аналітики та прогнозування, який реалізується з використанням методів машинного навчання. Застосування бібліотек, таких як TensorFlow або Scikit-learn, дозволяє аналізувати історичні дані, прогнозувати час доставки та оптимізувати маршрути перевезень [1].

Комплексне використання зазначених технологій забезпечує інтеграцію просторових, часових та аналітичних компонентів у єдину систему, що значно підвищує ефективність управління логістичними процесами.

Висновки. Встановлено, що правильний вибір стеку технологій є ключовим фактором при розробці систем моніторингу та оптимізації міжнародної логістики. Використання сучасних інструментів для обробки просторово-часових даних, потокової аналітики та машинного навчання дозволяє створити масштабовану та ефективну систему.

Література

1. Geospatial analysis and GIS in transportation and logistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/geographic-information-system>
2. Apache Kafka: A distributed streaming platform for real-time data processing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kafka.apache.org/documentation/>

МЕТОДИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ

Небога М. О., Гришин С. І.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі розглянуто сучасні методи просторово-часового аналізу даних для прогнозування ефективності міжнародних логістичних маршрутів вантажоперевезень. Запропоновано підхід до інтеграції геопросторових та часових моделей з використанням інтелектуальних алгоритмів для підвищення точності оцінювання транспортних процесів.

Ключові слова: просторово-часовий аналіз, логістика, вантажоперевезення, прогнозування, оптимізація маршрутів.

Вступ. Сучасні міжнародні вантажоперевезення характеризуються високою динамічністю, складністю логістичних мереж та впливом великої кількості факторів, зокрема географічних, економічних і часових. Зростання обсягів перевезень і необхідність оптимізації логістичних витрат обумовлюють потребу у використанні ефективних методів аналізу даних. Традиційні підходи до планування маршрутів часто не враховують просторово-часову природу процесів, що знижує точність прогнозування та ефективність управлінських рішень [1]. У зв'язку з цим актуальним є застосування методів просторово-часового аналізу, які дозволяють враховувати зміну параметрів у часі та просторі.

Основна частина. Просторово-часовий аналіз у задачах логістики передбачає обробку даних, що містять інформацію про координати об'єктів, маршрути руху, часові затримки та інші параметри перевезень. Основними методами такого аналізу є геоінформаційні системи (GIS), часові ряди, а також моделі машинного навчання.

Одним із ключових підходів є використання часових рядів для прогнозування тривалості перевезень та затримок на маршрутах. Методи авторегресії та рекурентні нейронні мережі дозволяють враховувати залежності між

попередніми та поточними значеннями показників [1]. Для врахування просторового аспекту застосовуються графові моделі, де транспортна мережа представлена у вигляді графа з вузлами та ребрами, що дозволяє ефективно аналізувати маршрути та визначати оптимальні шляхи.

Інтеграція просторових і часових даних реалізується за допомогою просторово-часових моделей, зокрема ST-GNN (Spatial-Temporal Graph Neural Networks), які дозволяють одночасно враховувати топологію мережі та динаміку змін у часі [2]. Такі моделі демонструють високу точність у задачах прогнозування трафіку, часу доставки та ефективності маршрутів.

Додатково застосовуються методи кластеризації для виявлення типових маршрутів і зон з підвищеним ризиком затримок, а також алгоритми оптимізації для побудови найефективніших маршрутів з урахуванням обмежень. Використання інтелектуальних систем дозволяє адаптувати моделі до змін середовища, враховувати зовнішні фактори та підвищувати якість прогнозування [1].

Висновки. Встановлено, що застосування методів просторово-часового аналізу дозволяє значно підвищити точність прогнозування ефективності міжнародних вантажоперевезень. Інтеграція геопросторових даних, часових моделей та алгоритмів машинного навчання забезпечує комплексний підхід до аналізу логістичних процесів. Запропонований підхід сприяє оптимізації маршрутів, зменшенню витрат та підвищенню надійності транспортних систем [2].

Література

1. Spatio-Temporal Graph Convolutional Networks: A Deep Learning Framework for Traffic Forecasting [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1709.04875>
2. Deep Learning for Spatio-Temporal Data Mining: A Survey [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1906.04928>

ЗАСТОСУВАННЯ FINE-TUNED МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ СТАНУ KUBERNETES КЛАСТЕРІВ

Власенко О. Г., Платонов В. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Анотація. У роботі досліджено автоматизацію аналізу телеметрії Kubernetes за допомогою великих мовних моделей (LLM). Використання методів параметрично-ефективного донавчання (PEFT) дозволило створити безпечного

локального асистента для точного визначення першопричин збоїв та генерації рекомендацій у машиночитаному форматі.

Ключові слова: *Kubernetes*, великі мовні моделі (LLM), донавчання (*fine-tuning*), *LoRA* (Low-Rank Adaptation) метод параметрично-ефективного донавчання, аналіз логів, *MTTR* (Mean Time To Recovery) середній час відновлення.

Сучасна мікросервісна архітектура на базі *Kubernetes* генерує величезні обсяги телеметричних даних, що ускладнює процес пошуку першопричин збоїв (RCA) [1].

Це призводить до «втоми від алертів» та збільшення часу відновлення систем (MTTR). Використання закритих LLM (наприклад, GPT-4) часто неможливе через корпоративні політики безпеки та ризик витоку конфіденційних даних (IP-адрес, токенів). Оптимальним рішенням є локальні моделі з відкритим кодом, донавчені на спеціалізованих наборах даних.

Метою дослідження є створення інтелектуального комплексу, здатного автоматично аналізувати технічні дані з кластерів та надавати інтерпретовані висновки у форматі JSON (поля *summary*, *root_cause*, *recommendation*).

Для навчання було сформовано датасет із технічних логів та виводів команд. Розроблено конвеєр обфускації, що замінює чутливі дані на стандартизовані заглушки. Кожен запис приведено до формату *Alpaca* та доповнено еталонною відповіддю експерта.

В якості базової моделі обрано *Llama 3.1 (8B)* [3]. Навчання проводилося за підходом *QLoRA* (4-бітне квантування) з використанням фреймворку *Unsloth* [2], що забезпечило високу швидкість оптимізації ваг на обмежених ресурсах (GPU *Tesla T4*). Для інтеграції моделі у робочі процеси розроблено мікросервіс на базі *FastAPI* з використанням *ngrok* для безпечного доступу до API.

Тестування на незалежній вибірці показало високу ефективність: метрика *ROUGE-L* для опису проблеми склала 0.86, а для ідентифікації причини (*ROUGE-1*) – 0.91 [4]. Модель успішно розпізнає складні інфраструктурні аномалії, такі як збої *DNS*-маршрутизації та вичерпання лімітів ресурсів.

Впровадження рішення дозволяє автоматизувати етап *RCA*, скорочуючи час розслідування інцидентів з 20–30 хвилин до кількох секунд. Це зменшує показник *MTTR* на 60–80%, що критично важливо для стабільності сучасних ІТ-інфраструктур.

Література

1. Hightower K., Beda J., Burns B. *Kubernetes: Up and Running*. 2nd ed. : O'Reilly Media, 2019. 278 p.
2. Hu E. J. et al. *LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models*. *arXiv preprint arXiv:2106.09685*. 2021.

3. Meta Llama 3. *Meta AI*. URL: <https://llama.meta.com/llama3/>
4. Lin C.-Y. ROUGE: A Package for Automatic Evaluation of Summaries. *Text Summarization Branches Out*. 2004. P. 74–81.

ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY LOGIC В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ

Денисенко Н. В., Стукалов С. А.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: нечітка логіка, інтелектуальна система, PID, тепличне господарство.

У роботі досліджено задачу інтелектуального керування мікрокліматом тепличного господарства в умовах невизначеності та випадкових зовнішніх впливів. Основною метою є порівняльний аналіз ефективності класичного ПІД-регулятора та нечіткого регулятора (Fuzzy Logic) при керуванні температурою та вологістю повітря.

Модель системи реалізована у вигляді динамічного імітаційного середовища, що враховує фізичні процеси теплообміну, випаровування, вентиляції та поливу. Додатково в модель інтегровані випадкові збурення, зокрема відкриття дверей, поява туману та пориви вітру, які суттєво впливають на стан системи та імітують реальні умови експлуатації. Подібні підходи до моделювання складних систем автоматичного керування з урахуванням збурень широко застосовуються в сучасній теорії автоматичного керування [1].

Для оцінки якості керування використовуються інтегральні та статистичні метрики, зокрема інтегральна квадратична помилка (ISE), середньоквадратична помилка (RMS), перерегулювання (overshoot) та час встановлення (settling time), що є класичними критеріями аналізу систем автоматичного керування [1]. Результати моделювання наведено у таблиці 1.

Таблиця	1	Fuzzy	PID
Метрика			
T_ISE	200.18		603.13
T_RMS	2.00		3.47
T_Overshoot (%)	13.46		29.09
T_Settling	121.80		119.80
H_ISE	2555.03		37435.09
H_RMS	7.15		27.36
H_Overshoot (%)	0.00		15.77
H_Settling	121.80		—

Для вологості повітря ефект є ще більш вираженим: інтегральна помилка зменшується більш ніж на 93%, а RMS-помилка — приблизно на 74%. Важливою

перевагою є повна відсутність перерегулювання у нечіткого регулятора, тоді як ПІД-регулятор демонструє значні перевищення заданого значення.

Аналіз графіків показує, що при виникненні випадкових подій, таких як відкриття дверей або туман, ПІД-регулятор демонструє значні коливання та різкі зміни керуючих сигналів. Це призводить до накопичення помилки та нестабільності. Натомість нечіткий регулятор забезпечує більш плавну реакцію системи та швидше відновлення після збурень, що узгоджується з властивостями нечітких систем працювати з невизначеністю [2].

Таким чином, результати моделювання підтверджують, що використання нечіткої логіки дозволяє суттєво підвищити якість керування у нелінійних системах з випадковими збуреннями. У порівнянні з ПІД-регулятором досягається зменшення інтегральної помилки до 93%, зниження RMS-помилки до 74% та усунення перерегулювання, що робить нечіткий регулятор більш ефективним для задач керування мікрокліматом.

Література

1. Гайденок Ю. А. Теорія автоматичного керування : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 64 с.
2. Ковриго Ю. М. Сучасна теорія управління : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 155 с.

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У ДАНИХ

Вітрук Д. О.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Анотація. У роботі розглянуто підходи до аналізу часових рядів та методи виявлення аномалій із використанням алгоритмів машинного навчання.

Ключові слова: часові ряди, аномалії, машинне навчання, Isolation Forest, LOF

Часові ряди — це дані, які змінюються з часом. Наприклад, температура кожного дня або кількість відвідувачів сайту. Такі дані часто використовуються в різних сферах, зокрема в ІТ та економіці.

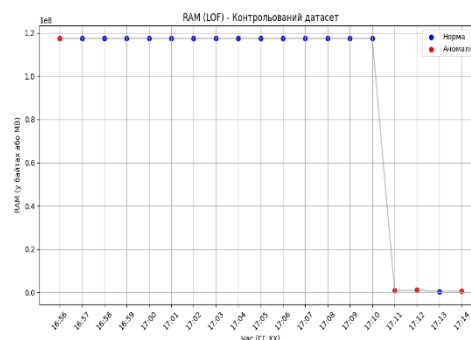
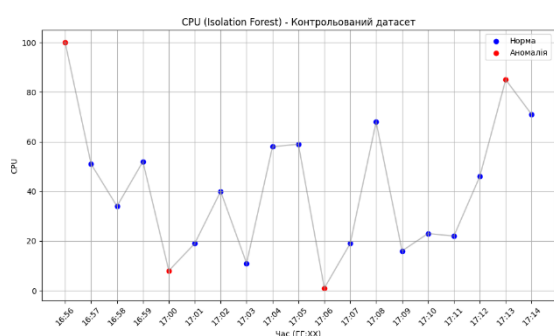
Важливою задачею є пошук аномалій. Аномалії — це значення, які сильно відрізняються від звичайних. Вони можуть означати помилки або збої в системі.

У роботі розглянуто короткий опис сучасних методів для пошуку аномалій. Зокрема, використовується алгоритм Isolation Forest [1], який визначає аномалії як значення, що легко відокремлюються від інших даних. Ідея методу полягає у побудові випадкових дерев рішень, де аномальні точки ізолюються швидше за нормальні. Чим менша кількість кроків потрібна для ізоляції точки, тим більш імовірно, що вона є аномальною.

Також застосовується метод LOF (Local Outlier Factor) [2], який аналізує локальну щільність даних. Він порівнює щільність розташування точки з щільністю її найближчих сусідів. Якщо точка має значно меншу щільність, ніж сусідні, вона вважається аномалією.

Отже, аналіз часових рядів допомагає знаходити аномалії та краще розуміти дані, а методи Isolation Forest і LOF ефективно виявляють відхилення й підвищують надійність систем.

У роботі для виявлення аномалій використано контрольований датасет, що дозволило порівняти ефективність методів. Також проведено аналіз метрик CPU та RAM із застосуванням методів Isolation Forest та LOF відповідно для обраного датасету. Після цього наведено відповідні графіки для візуалізації результатів.



Висновок: у контрольованому датасеті зафіксовано аномалії: для CPU — 100% та 85% (перевантаження) та 8% і 1% (надто низька активність), для RAM — 117501549 байт (пікове навантаження) та різкі зміни до 882046, 997781 і 567867 байт (відхилення від нормального режиму роботи системи).

Література

1. Isolation Forest Guide: Explanation and Python Implementation. [Електронний ресурс]. — URL: https://www.datacamp.com/tutorial/isolation-forest?dc_referrer=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F
2. LocalOutlierFactor. [Електронний ресурс]. — URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neighbors.LocalOutlierFactor.html>

РОЗРОБКА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ЗАСТОСУНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ .NET MAUI, SIGNALR ТА ASP.NET CORE

Буток А. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Анотація: Розглянуто розробку клієнт-серверного застосунку з підтримкою обміну даними в реальному часі. Клієнтська частина реалізована на базі NET MAUI із використанням патерну MVVM та SignalR Client. Серверна частина побудована на ASP.NET Core із застосуванням Entity Framework Core та принципів Clean Architecture. Запропоноване рішення забезпечує ефективну, масштабовану та підтримувану систему.

Ключові слова: клієнт-серверна архітектура, MVVM, Clean Architecture, SignalR, .NET MAUI, ASP.NET Core, Entity Framework Core, WebSocket.

У сучасних умовах розробки програмного забезпечення значна увага приділяється створенню масштабованих, реактивних та легко підтримуваних систем. Одним із ключових підходів є використання клієнт-серверної архітектури [1] із підтримкою обміну даними в реальному часі. Клієнтська частина застосунку реалізована з використанням .NET MAUI [5], що дозволяє створювати кросплатформні інтерфейси користувача. Основою архітектури є патерн MVVM [2], який забезпечує розділення View, ViewModel та Model, зменшуючи зв'язність компонентів та підвищуючи гнучкість системи. Для підтримки постійного з'єднання із сервером використано SignalR Client [4]. Додатково застосовано патерн Singleton для реалізації єдиного екземпляра сервісу підключення, що дозволяє уникнути дублювання з'єднань та оптимізувати використання ресурсів. Це особливо важливо для застосунків із високою частотою оновлення даних. Серверна частина реалізована на базі ASP.NET Core [6], що забезпечує високу продуктивність і гнучкість конфігурації. Для роботи з базою даних використано Entity Framework Core [5], який дозволяє працювати з даними через об'єктну модель, зменшуючи складність взаємодії з СУБД. Використання SignalR забезпечує двосторонній обмін даними в реальному часі між сервером і клієнтами [4]. Це дозволяє реалізувати механізми миттєвих повідомлень, синхронізації стану та оновлення інтерфейсу без потреби ініціювати окремі клієнтські HTTP-запити для кожного оновлення. Архітектура сервера побудована відповідно до принципів Clean Architecture [3], що передбачає поділ системи на окремі шари: доменний, прикладний, інфраструктурний та рівень представлення. Такий підхід дозволяє ізолювати бізнес-логіку від зовнішніх залежностей, що значно спрощує тестування та подальший розвиток системи.

Важливим аспектом розробленої системи є забезпечення ефективної обробки паралельних підключень та оптимізація мережевої взаємодії. Завдяки використанню SignalR [4] реалізовано механізм асинхронної комунікації, що дозволяє серверу обробляти велику кількість клієнтів без суттєвого зниження продуктивності. Крім того, застосування WebSocket як пріоритетного транспорту забезпечує мінімальні затримки передачі даних та зменшує накладні витрати, характерні для традиційних HTTP-запитів. Це особливо важливо для систем, що потребують оперативного оновлення даних та синхронізації стану в реальному часі. Окрему увагу приділено забезпеченню розширюваності та підтримуваності програмного рішення. Використання принципів Clean Architecture [3] у поєднанні з можливостями Entity Framework Core [5] дозволяє легко модифікувати або замінювати окремі компоненти системи без впливу на інші частини. Це створює передумови для подальшого розвитку застосунку, зокрема інтеграції нових сервісів, зміни джерел даних або масштабування під зростаюче навантаження. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до програмної інженерії та сприяє підвищенню якості кінцевого продукту.

У підсумку, запропоноване рішення демонструє ефективне поєднання сучасних технологій та архітектурних підходів. Використання .NET MAUI [5], SignalR [4] та ASP.NET Core [6] дозволяє створювати продуктивні, масштабовані та зручні у супроводі програмні системи, здатні працювати в режимі реального часу.

Література

1. ASP.NET Core Architecture. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core/fundamentals/>(дата звернення: 16.04.2026).
2. SignalR Documentation. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core/signalr> (дата звернення: 16.04.2026).
3. NET MAUI Documentation. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/dotnet/maui> (дата звернення: 16.04.2026).
4. ASP.NET Core Documentation. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core/>(дата звернення: 16.04.2026).
5. Entity Framework Core Documentation. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/ef/core/>(дата звернення: 16.04.2026).
6. ASP.NET Core Web API – Clean Architecture & Azure / автор курсу. Udemy. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.udemy.com/course/aspnet-core-web-api-clean-architecture-azure/>(дата звернення: 16.04.2026).

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ВЗАЄМОДІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРА З ХМАРНОЮ ПЛАТФОРМОЮ УПРАВЛІННЯ

Панов В. М., Шугайло Ю. Б.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Анотація: робота присвячена проектуванню та реалізації системи взаємодії мікроконтролера з хмарною платформою управління для адаптивного регулювання клімату в будинку. Описано етапи створення системи на базі Raspberry Pi: розробку апаратної частини, програмування сервісів для збору даних з сенсорів та керування виконавчими пристроями, інтеграцію з хмарною платформою для віддаленого моніторингу, аналізу даних та управління. Запропоновано рішення для надійного зв'язку, обробки даних у реальному часі та оптимізації енергоспоживання.

Ключові слова: система управління кліматом, Raspberry Pi, мікроконтролер, хмарна платформа, IoT, MQTT, сенсори температури та вологості, збір та аналіз даних, віддалене керування.

Адаптивні системи управління мікрокліматом у житлових приміщеннях є актуальним напрямком розвитку «розумного будинку». Використання Raspberry Pi у поєднанні з хмарними сервісами дозволяє реалізувати централізований збір даних з сенсорів, автоматизоване керування обігрівом, вентиляцією та кондиціонуванням, а також віддалений доступ і аналіз даних через інтернет. Ця робота демонструє повний цикл створення такої системи — від апаратної реалізації до інтеграції з хмарною платформою.

Ядром системи є одноплатний комп'ютер Raspberry Pi, який виконує роль центрального контролера та шлюзу. Він забезпечує обробку даних, запуск локальної логіки управління та комунікацію з хмарною платформою. Для вимірювання параметрів застосовуються високоточні сенсори: DHT22 / SHT31 (температура та вологість), MQ-135 або SCD30 (якість повітря / CO₂). Керування виконавчими пристроями (реле для обігріву, вентиляції, клапани, сервоприводи) здійснюється через мікроконтролери або безпосередньо з Raspberry Pi за допомогою релейних модулів і транзисторних ключів.

Алгоритм роботи системи.

Після запуску Raspberry Pi ініціалізує підключення до локальної мережі та хмарної платформи. Центральна плата періодично зчитує показання сенсорів, звідки ці дані потрапляють в хмару за допомогою протоколу MQTT.

Отримані дані зберігаються в локальній базі даних і синхронізуються з хмарною платформою для подальшого аналізу, побудови графіків, прогнозування та генерації сповіщень. Локальна логіка управління дозволяє

автоматично підтримувати задані параметри мікроклімату навіть при тимчасовій відсутності інтернету.

Користувач отримує доступ до системи через веб-інтерфейс або мобільний додаток хмарної платформи. Можливе ручне керування окремими зонами, налаштування сценаріїв та перегляд історичних даних. При відхиленні параметрів від норми система автоматично активує необхідні виконавчі пристрої та надсилає сповіщення власнику.

У фоновому режимі виконується моніторинг стану підключення, оптимізація енергоспоживання мікроконтролерів (режим deep sleep), зберігання налаштувань у EEPROM/файловій системі та обробка команд з хмари.

Інтеграція з хмарними сервісами відкриває можливості для прогнозування теплової інерції приміщення. Аналізуючи історичні дані про температуру зовнішнього повітря та швидкість зміни параметрів всередині будівлі, система здатна заздалегідь коригувати роботу опалювальних приладів. Це дозволяє не лише точніше підтримувати заданий рівень комфорту, а й суттєво знизити енерговитрати за рахунок уникнення надлишкового нагріву або охолодження в перехідні періоди доби.

Література

1. Perry Lea. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, and cloud analytics. – Packt Publishing, 2018.
2. С. В. Любицький, П. В. Новіков. Основи побудови комп'ютерно-інтегрованих систем [Електронний ресурс] – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77 с.
3. Horowitz, Hill. «The Art of electronics». 3 Ed. Cambridge university press, 2015.
4. С. Монк. Raspberry Pi. Збірник рецептів. – Пер. з англ. – O'Reilly, 2016. 528 с.

ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДО СОЦІАЛЬНИХ АТАК

Рибак Д. Є., Вінковська І. С.

Національний університет «Одеська політехніка»

Ключові слова: соціальна атака, соціальна інженерія, оцінювання стійкості, поведінкова телеметрія, індекс вразливості, кібербезпека.

В умовах цифровізації та широкого впровадження інформаційних технологій соціальні атаки залишаються одним із найефективніших векторів кіберзагроз. На відміну від технічних методів, соціальна інженерія спрямована на маніпулювання психологічними особливостями людини, що ускладнює її виявлення технічними засобами захисту. Більшість успішних кібератак

реалізується через людський фактор, що зумовлює необхідність кількісного оцінювання стійкості персоналу як складової комплексного захисту інформаційних систем [1].

Метою роботи є формування підходу до оцінювання стійкості користувачів інформаційних систем до соціальних атак на основі поведінкової телеметрії та математичної моделі інтегрального індексу вразливості.

Аналіз існуючих підходів виявив низку обмежень. Соціальні атаки здатні обходити традиційні засоби захисту, зокрема антивірусні системи, оскільки користувач самостійно виконує потенційно небезпечні дії в межах наданих повноважень [2]. Класифікація інструментів соціальних атак дозволяє встановити відповідність між типами атак і контрзаходами, що є основою для формування реалістичних симуляційних сценаріїв. Водночас ефективно оцінювання стійкості має враховувати не лише рівень знань користувачів, але й їх поведінкові та психологічні характеристики [3]. На підставі проведеного аналізу сформульовано ключові вимоги до підходу: автономність, комплексність оцінювання, етичність та можливість кількісного вимірювання результатів.

Для оцінювання стійкості запропоновано систему з п'яти поведінкових показників P_1 – P_5 : імпульсивність прийняття рішень (P_1), точність розпізнавання атак (P_2), стійкість до повторного атакуючого стимулу (P_3), залежність від підказок (P_4) та серйозність допущених помилок (P_5). Кожен показник нормується до діапазону $[0;1]$. Інтегральний індекс вразливості IV розраховується за формулою зваженої суми:

$$IV = 0,20 * P_1 + 0,25 * P_2 + 0,20 * P_3 + 0,15 * P_4 + 0,20 * P_5$$

Найвищу вагу ($w_2 = 0,25$) має показник точності розпізнавання атак, оскільки він безпосередньо характеризує здатність користувача ідентифікувати загрозу. Відповідно до значення IV визначається рівень стійкості: $IV < 0,3$ – високий рівень; $0,3 \leq IV < 0,6$ – середній; $0,6 \leq IV < 0,8$ – низький; $IV \geq 0,8$ – критично низький.

Практичну реалізацію підходу здійснено мовою C# на платформі .NET 8 із використанням технології WPF та шаблону проектування MVVM. Структура програмної системи включає навчальний модуль із трьома тематичними блоками та механізмом порогового контролю знань (поріг 0,7), модуль симуляції, що охоплює шість сценаріїв чотирьох типів атак (фішинг, претекстинг, вішинг, використання фізичних носіїв), підсистему збору поведінкової телеметрії, аналітичне ядро та модуль формування персоналізованих рекомендацій. Локальне зберігання результатів реалізовано засобами бібліотеки System.Text.Json без залучення зовнішніх залежностей.

Для верифікації запропонованої математичної моделі проведено чотири незалежні експериментальні сесії з різними стратегіями поведінки. Отримано такі результати: сесія 1 – IV = 0,139 (високий рівень стійкості); сесія 2 – IV = 0,309 (середній рівень); сесія 3 – IV = 0,530 (середній рівень з підвищеними P_2 та P_5); сесія 4 – IV = 0,821 (критично низький рівень). Контрольний розрахунок підтвердив коректність моделі: похибка обчислення не перевищує 0,001. Система рекомендацій коректно формувала персоналізований зворотний зв'язок у всіх чотирьох сесіях: рекомендація найвищого пріоритету відповідала показнику з найбільшим значенням.

Запропонована модель на основі зважених поведінкових показників дозволяє отримати об'єктивну кількісну оцінку рівня вразливості користувача, яка не може бути отримана із застосуванням традиційних підходів. Повний замкнений цикл оцінювання – від симуляції атак через збір телеметрії до формування персоналізованого зворотного зв'язку – забезпечує цілеспрямоване усунення виявлених вразливостей. Автономна архітектура та дотримання етичних принципів роблять запропонований підхід придатним для впровадження в організаціях з підвищеними вимогами до інформаційної безпеки.

Література

1. Савченко В. А. Соціальна інженерія: сутність та методи реалізації. Зв'язок. 2024. № 2 (162). С. 54–67.
2. Бохонько О., Лисенко С. Моделі атак соціальної інженерії. 2025. № 1. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-81-55>
3. Джалладова І. А., Камінський О. Є. Соціально-психологічна стійкість систем кібербезпеки. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2025. № 2 (53). DOI: 10.33099/2311-7249/2025-53-2-43-50

ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ МЕДИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ НА ОСНОВІ ГРАДІЄНТНОГО БУСТИНГУ ТА SHAP-АНАЛІЗУ

Нікітін Н. О., Болтьонков В. О.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація.

Систематична оцінка та прогнозування якості роботи лікарів-терапевтів і сімейних лікарів є ключовим аспектом ефективного управління закладами первинної медико-санітарної допомоги. Більшість сучасних HR-платформ – *Workday*, *Oracle HCM Cloud*, *SAP SuccessFactors* – та спеціалізованих клінічних систем (*Epic Cogito*, *Cerner*) функціонують як «чорні скриньки»: вони генерують прогнози, не розкриваючи їхньої внутрішньої логіки. Вітчизняні медичні

інформаційні системи («Helsi», «Medics») обмежуються статистичним обліком минулих подій без прогнозних компонент. Таким чином, розрив між точністю прогнозу та його зрозумілістю для керівників медичних установ є центральною науковою проблемою, вирішення якої потребує інтеграції сучасних алгоритмів машинного навчання з методами пояснювального штучного інтелекту (ХАІ) [1].

Ключові слова: машинне навчання, пояснюваний штучний інтелект, SHAP, LightGBM, медичний менеджмент, первинна ланка.

У розробленій методиці прогнозування якості роботи медичного персоналу первинної ланки діяльність фахівця описується п'ятьма ключовими індикаторами: якість кодування послуг за ІСРС-2 (xICPC), дотримання протоколів інфекційної безпеки (xINF), реалізація програми реімбурсації «Доступні ліки» (xREIMB), охоплення декларантів плановими профілактичними оглядами (xPREV) та індекс задоволеності пацієнтів (xPSI). Усі показники нормалізуються до діапазону [0, 1] методом Min-Max. Цільова змінна – клас ефективності («Низька», «Середня», «Висока») – формується квантильним розбиттям інтегрального балу (перцентилі 33-й та 66-й), розрахованими виключно на тренувальній підвбірці для унеможливлення витоків даних.

Задача формалізується як багатокласова класифікація з часовою структурою вхідних даних. Методом ковзного вікна (WINDOW_SIZE = 3) формується вектор з 25 ознак на основі трьох послідовних місяців: поточні значення індикаторів (t_0), значення попередніх місяців ($t-1$, $t-2$), динамічна дельта ($\Delta_{cur} = t_0 - t-1$) та відхилення від власного лінійного тренду фахівця ($trend_dev$). Останній показник фіксує, чи знаходиться лікар вище або нижче власної траєкторії розвитку незалежно від абсолютного рівня оцінок. Як прогностичне ядро обрано алгоритм LightGBM [2]. Навчання проводилось на синтетичному датасеті (300 лікарів \times 12 місяців = 3 600 записів) з темпоральним сплітом: місяці 1-9 – тренування, місяці 10-12 – тестування. Механізм раннього зупинення (терпіння 30 ітерацій) забезпечив стійкість до перенавчання.

Для подолання ефекту «чорної скриньки» застосовано метод SHAP (SHapley Additive exPlanations), заснований на теорії кооперативних ігор Шеплі [3]. Значення ϕ_i для кожного індикатора розраховується як зважений середній граничний внесок ознаки до всіх можливих підмножин решти ознак і гарантує виконання чотирьох аксіом справедливого розподілу: ефективності ($\sum \phi_i = f(x) - E[f(X)]$), симетрії, фіктивності та адитивності. На відміну від вбудованих метрик LightGBM (Gain, Split), SHAP забезпечує узгодженість та детерміновані відтворювані пояснення для кожного конкретного прогнозу [4].

На тестовій вибірці модель досягла загальної точності 86,4% та Macro F1 = 0,87 (Precision 0,81-0,92, Recall 0,79-0,91). Принципово важливою є повна

відсутність помилок між крайніми класами – частка класифікації «Низька» як «Висока» і навпаки дорівнює 0,0%, що є природньою поведінкою для прогнозування порядкових категорій. Глобальний SHAP-аналіз виявив чітку ієрархічну структуру: топ-5 позицій рейтингу займають показники поточного місяця (t_0), що відображає ефект інерційності – поточний стан фахівця є найбільш інформативним предиктором наступного місяця. Водночас ненульова присутність динамічних ознак Δcur та $trend_dev$ підтверджує часову свідомість моделі. Характерно, що для граничного класу «Середня» саме динамічні ознаки $trend_dev$ виходять у верхню частину рейтингу – для невизначених прикордонних випадків часова динаміка стає вирішальним диференціатором.

Практичну цінність методу ілюструє рис. 1, що демонструє SHAP-декомпозицію прогнозів для двох якісно різних кейсів.

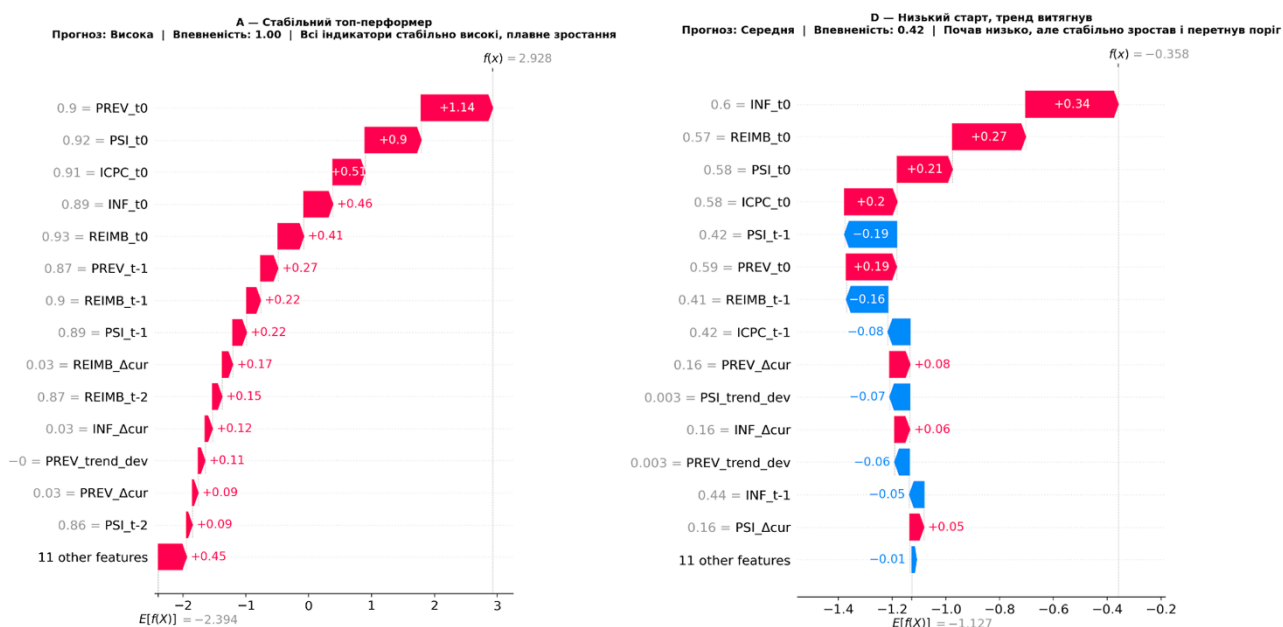


Рис. 1 – SHAP-декомпозиція прогнозів для двох типів кейсів: впевненого (А) та невпевненого (Б)

Кейс А відповідає стабільному лікарю з усіма індикаторами в діапазоні 0,85–0,93: модель прогнозує клас «Висока ефективність» з впевненістю 1,00, а всі ознаки без винятку вносять позитивний внесок у тому ж напрямку – картина є однозначною і підтверджуючою. Кейс Б демонструє принципово інший сценарій: лікар з низьким стартом, що стабільно зростає упродовж трьох місяців і щойно перетнув квантильний поріг. Модель прогнозує клас «Середня» з впевненістю лише 0,42, і на діаграмі чітко видно інформаційний конфлікт – поточні показники (t_0 , червоні смуги) підтримують новий клас, тоді як ознаки попереднього місяця ($t-1$, сині смуги) «пам'ятають» нижчий рівень і протидіють переходу. Саме така низька впевненість із прозорим SHAP-поясненням її природи є найціннішим типом прогнозу з управлінської точки зору:

адміністрація бачить не просто оцінку, а математично обґрунтовану картину стану фахівця.

Таким чином, запропонована методика поєднує прогностичну точність алгоритму *LightGBM* з математично строгою локальною інтерпретованістю на основі значень Шеплі. SHAP-декомпозиція трансформує абстрактний прогноз «чорної скриньки» у структурований профіль вагових внесків кожного індикатора, доступний для сприйняття адміністрацією медичного закладу без технічних знань у галузі машинного навчання, та усуває ключовий бар'єр для впровадження інтелектуальних систем у медичний менеджмент.

Література

1. Lepenioti K. et al. Prescriptive analytics: Literature review and research challenges // *International Journal of Information Management*. – 2020. – Vol. 50. – P. 57–70.
2. Ke G. et al. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree // *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2017. – Vol. 30.
3. Lundberg S. M., Lee S. I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions // *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*. – 2017.
4. Molnar C. *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. – 2nd ed. – 2022.

МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДІЙ АГЕНТІВ В МУЛЬТИАГЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

Мізгулін Г. П., Пенко В. Г.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: мультиагентні системи, синхронізація агентів, машинне навчання, нейронні мережі, дрони.

У сучасному світі мультиагентні системи є одним із ключових напрямів розвитку штучного інтелекту та автономних технологій. Вони активно застосовуються у транспортних системах, логістиці, робототехніці, енергетиці та управлінні складними інфраструктурами, де необхідна координація великої кількості незалежних агентів. Зокрема, у задачах управління транспортними потоками, автономними автомобілями або роботизованими системами виникає потреба у забезпеченні узгоджених дій, що дозволяє підвищити ефективність системи та уникнути конфліктів. Дослідження у сфері *multi-agent reinforcement learning* показують, що координація агентів є критично важливою для досягнення стабільної та ефективної поведінки системи, особливо у динамічних та невизначених середовищах [1].

Особливого значення дана проблема набуває у військовій сфері, де мультиагентні системи використовуються для координації груп безпілотних

літальних апаратів. За даними аналітичних досліджень, сучасні військові операції все частіше покладаються на використання роїв дронів, які здатні виконувати задачі розвідки, спостереження, пошуку цілей та координації дій у реальному часі [2]. Ефективність таких систем безпосередньо залежить від здатності агентів діяти узгоджено, уникати конфліктів маршрутів та оптимально розподіляти ресурси. При цьому відсутність синхронізації може призводити до втрати даних, зіткнень або неефективного використання техніки, що є критичним у бойових умовах.

У роботі розглядаються сучасні підходи до моделювання мультиагентних систем із використанням спеціалізованих середовищ та інструментів. Зокрема, для опису взаємодії агентів використовується PettingZoo, який надає стандартизований API для моделювання поведінки декількох агентів у спільному середовищі. Це середовище дозволяє реалізувати як покрокову, так і паралельну взаємодію агентів, що є важливим для відтворення реальних сценаріїв координації дронів. Для забезпечення паралельного виконання та масштабування обчислень використовується Ray, який дозволяє реалізувати незалежне виконання агентів у вигляді окремих процесів (actors) та ефективно керувати ресурсами системи.

Окрім середовищ, у роботі аналізуються сучасні бібліотеки для навчання агентів, зокрема RLlib, Tianshou, PyMARL та Stable-Baselines3. Дані бібліотеки дозволяють реалізовувати алгоритми навчання з підкріпленням, що забезпечують адаптивну поведінку агентів у складних середовищах. Вони можуть бути інтегровані з PettingZoo для навчання агентів у мультиагентних сценаріях та використовувати можливості Ray для масштабування процесу навчання.

У рамках роботи розробляється власне програмне середовище, яке моделює взаємодію групи дронів у двовимірному просторі. У середовищі дрони представлені як агенти, що рухаються по дискретизованій площині та виконують спільну задачу протидії противнику, координуючи свої дії у реальному часі. У даному середовищі реалізується задача кооперативної синхронізації агентів, яка включає не лише уникнення конфліктів (перетин маршрутів або перебування в одній точці), але й узгоджене досягнення спільної цілі – ефективну взаємодію проти ворожих об'єктів. Для цього передбачається використання та порівняння різних алгоритмічних підходів до координації, включаючи класичні алгоритми пошуку шляхів та їх модифікації.

Використання сучасних інструментів, таких як PettingZoo та Ray, у поєднанні з бібліотеками навчання дозволяє створити гнучке середовище для дослідження мультиагентних систем. Це забезпечує можливість порівняння алгоритмічних та

навчальних підходів до синхронізації, а також оцінки їх ефективності у задачах, наближених до реальних умов застосування дронів. Отримані результати можуть бути використані для подальшого розвитку систем координації автономних агентів у складних динамічних середовищах.

Література

1. Gronauer S., Diepold K. Multi-agent deep reinforcement learning: a survey // *Artificial Intelligence Review*. – 2022. – Vol. 55. – P. 895–943. [Електронний ресурс]. – Springer: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-021-09996-w>
2. RAND Corporation. *Swarming and the Future of Warfare*. – Santa Monica: RAND, 2019. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/rgs_dissertations/2005/RAND_RGSD189.pdf

ІГРОТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ЛАБІРИНТІВ НА ОСНОВІ АНТАГОНІСТИЧНИХ ІГОР

Непомняця М. О., Платонова Є. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Анотація. У тезах розглядається задача генерації лабіринтів з позиції теорії ігор. Запропоновано модель антагоністичної гри між генератором (який розставляє перешкоди) та розв'язувачем (який шукає оптимальний шлях). Досліджується проблема комбінаторного вибуху простору стратегій та пропонуються методи зменшення розмірності для генерації унікальних лабіринтів.

Ключові слова: антагоністична гра, генерація лабіринтів, теорія ігор, алгоритм Дейкстри, алгоритм A^* , зменшення розмірності.

Вступ. Сучасна індустрія розробки відеоігор активно використовує методи процедурної генерації контенту для створення унікального ігрового досвіду. Проте однією з головних проблем залишається автоматизована генерація рівнів, які були б не лише випадковими, але й гарантовано прохідними та збалансованими за складністю. В доповіді розглядається задача побудови лабіринту, а саме запропонований підхід, що пропонує розв'язувати дану задачу з точки зору теорії ігор. У цій роботі задача побудови лабіринту формалізується як антагоністична гра двох осіб із нульовою сумою [1].

Постановка антагоністичної гри. Процес проходження лабіринту моделюється як протистояння двох гравців з протилежними цілями:

1. Стратегія Гравця 1 (Генератора) полягає у розстановці стінок (перешкод) на ігровому полі. Його мета — максимізувати цільову функцію, якою є

довжина шляху від старту до фінішу, тим самим ускладнюючи проходження.

2. Стратегія Гравця 2 (Агента) полягає у використанні детермінованих алгоритмів пошуку найкоротшого шляху на графі, зокрема алгоритму Дейкстри або евристичного алгоритму A^* [2, 3]. Його мета — мінімізувати ту саму цільову функцію.

Оскільки виграш першого гравця дорівнює програшу другого, ми маємо антагоністичну гру, для якої необхідно знайти оптимальні стратегії у чистому або змішаному вигляді [1].

Проблема зменшення розмірності. Практична реалізація такої гри стикається з фундаментальною проблемою — експоненційним зростанням простору стратегій. Кількість можливих комбінацій розстановки стінок на сітці навіть середнього розміру призводить до комбінаторного вибуху [1]. Це унеможливорює побудову повної платіжної матриці та розв'язання гри класичними методами лінійного програмування.

Методи розв'язання та генерації. Для подолання проблеми великої розмірності у роботі пропонується застосування методів скорочення простору стратегій:

1. Відкидання максимально можливої кількості стінок. Метод полягає у штучному обмеженні інвентарю Гравця 1. Аналізуються лише ті конфігурації, де кількість перешкод є мінімальною, що дозволяє суттєво зменшити розмірність матриці гри.
2. Генерація через фіксацію та перебір. Альтернативний спосіб полягає у стохастичному розміщенні певної фіксованої кількості стінок, які утворюють базовий каркас. Далі для залишку вільних комірок алгоритм перебирає всі можливі варіанти розстановки та розв'язує звужену антагоністичну гру для цього локального простору.

Такий підхід гарантує, що матриця гри залишається обчислюваною, а результатом розв'язання гри кожного разу стає новий, унікальний лабіринт.

Висновок. Застосування теорії антагоністичних ігор дозволяє формалізувати задачу створення лабіринтів як процес математичної оптимізації. Використання методів зменшення розмірності та локального перебору дозволяє ефективно розв'язувати гру проти алгоритмів Дейкстри та A^* [2,3], забезпечуючи генерацію складних просторових структур.

Література

1. Таха Х. А. Введение в исследование операций. 7-е изд. Москва: Вильямс, 2005. 912 с.

2. Рассел С., Норвіг П. Штучний інтелект: сучасний підхід. Київ: Видавництво "Діалектика", 2019. 1408 с.
3. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Рівест Р., Штайн К. Вступ до алгоритмів. 3-тє вид. Київ: К.І.С., 2019. 1288 с.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ ШЕСТИКЛАСНИКІВ

Оліферчук В. О.

Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»
Харківської обласної ради

У роботі обґрунтовано використання штучного інтелекту для розвитку алгоритмічного мислення шестикласників. Описано досвід застосування ШІ-асистентів у проєктній діяльності в середовищі Scratch. Визначено роль промпт-інжинірингу у формуванні логічної точності та цифрової компетентності учнів.

Ключові слова: штучний інтелект, алгоритмічне мислення, інформатика, середовище Scratch, середня освіта, промпт-інжиніринг.

У сучасних умовах цифровізації освіти впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) стає стратегічним пріоритетом для розвитку середньої школи [2]. Одним із найперспективніших напрямів є використання ШІ-інструментів на уроках інформатики для формування алгоритмічного мислення – фундаментальної складової цифрової компетентності учнів. Здатність дитини аналізувати задачу, розбивати її на послідовні кроки та знаходити оптимальні шляхи вирішення є критично важливою не лише для програмування, а й для повсякденної діяльності в технологічному суспільстві.

Проблеми інтеграції ШІ в освітній простір та питання формування алгоритмічної грамотності перебувають у центрі уваги багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців. Теоретичні засади цифровізації освіти закладені у працях В. Бикова, М. Жалдака, О. Спіріна та інших. Практичні аспекти використання ШІ та методика навчання інформатики досліджували Н. Морзе, О. Барна, О. Кисельова та інші. Серед зарубіжних дослідників вагомий внесок у розуміння природи ШІ та його освітнього потенціалу зробили С. Рассел, П. Норвіг та Б. Лукейн. Зокрема, у працях науковців наголошується, що використання ШІ-технологій сприяє не лише розвитку технічних навичок, а й критичного мислення та soft skills [2].

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та практична апробація методики використання інструментів ШІ для розвитку алгоритмічного мислення учнів 6-го класу в процесі вивчення візуального програмування.

Алгоритмічне мислення передбачає здатність учнів аналізувати складні задачі, визначати чітку послідовність дій, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та верифікувати отримані результати [1]. У 6 класі найбільш сприятливим середовищем для формування цих умінь є візуальне середовище Scratch, яке забезпечує необхідну наочність та доступність навчального матеріалу, дозволяючи реалізовувати алгоритми за допомогою блокових конструкцій. Це сприяє розвитку логічного мислення, творчості та пізнавальної активності шестикласників.

Впровадження ІІІ в цей процес дозволяє вийти за межі традиційного копіювання зразків. Основними перевагами інтеграції ІІІ-інструментів є індивідуалізація навчання (адаптація складності завдань до рівня підготовки конкретного учня), миттєвий зворотній зв'язок (можливість отримати автоматизований аналіз помилок у коді), підтримка творчості (генерація ідей для сценаріїв проєктів та створення унікального медіаконтенту) [2].

Особливого значення набуває формування навичок «промпт-інжинірингу» – уміння правильно формулювати запити до ІІІ. Це безпосередньо тренує логічну точність, адже некоректно сформульований запит не дасть бажаного результату, що демонструє учням важливість точності в алгоритмізації.

У межах дослідження було реалізовано навчальний проєкт «Злови яблуко» в середовищі Scratch. Робота над проєктом розподілялася на етапи, де ІІІ виконував роль асистента. У процесі виконання завдання учні створювали алгоритм руху об'єктів, використовували цикли та умовні оператори, а також аналізували правильність роботи програми. Застосування ІІІ на етапах проєктування та реалізації дозволило учням краще зрозуміти логіку побудови алгоритмів, визначити помилки та знайти способи їх виправлення. Результати практичної роботи показали, що учні, які зверталися до ІІІ за методичними підказками, продемонстрували вищий рівень самостійності. Вони швидше ідентифікували логічні помилки в циклах та впевненіше експериментували зі складними структурами алгоритму.

Отже, інтеграція ІІІ на уроках інформатики в 6 класі є педагогічно доцільною. Поєднання візуального програмування в Scratch із інтелектуальними підказками ІІІ створює динамічне навчальне середовище, що стимулює пізнавальну активність та забезпечує розуміння логіки алгоритмічних процесів.

Література

1. Морзе Н. В., Барна О. В. Інформатика : підруч. для 6 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Освіта, 2023. 192 с.
2. Кисельова О. Б. Здійснення проєктного навчання з використанням штучного інтелекту. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: педагогіка : електрон.

наук.-практ. журн. 2024. Вип. 4. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-9199-2024-4-06-02>.

ЦИФРОВА ЕКОСИСТЕМА СЕРВІСІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Кисельова О. Б., Мініч Н. О.

Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»
Харківської обласної ради

У тезах обґрунтовано модель цифрової екосистеми сервісів, що забезпечує повний життєвий цикл проєктної діяльності в закладах освіти. Розглянуто функціональні групи інструментів для координації, комунікації, кокреації та рефлексії. Особливу увагу приділено формуванню навичок тайм-менеджменту та командної взаємодії через використання Kanban-технологій та хмарних сервісів.

Ключові слова: проєктна діяльність, цифрова екосистема, хмарні сервіси, Kanban-дошки, кокреація, STEM-освіта.

Трансформація сучасної освіти вимагає створення цілісного цифрового середовища, яке не лише надає доступ до інформації, але й стимулює активну пізнавальну діяльність. Модель екосистеми сервісів дозволяє структурувати проєктну роботу, де кожен цифровий інструмент відповідає за конкретний етап – від ініціації до презентації результатів

Мета роботи полягає у висвітленні моделі цифрової екосистеми сервісів, що забезпечує комплексний супровід життєвого циклу навчального проєкту – від ініціації та планування до рефлексії та презентації результатів.

На основі аналізу наукової літератури зазначимо, що будь-яка проєктна робота складається з таких етапів, як-от: пропозиція та обговорення тем проєкту; планування; вибір методів і ресурсів, форми презентації результатів; робота над проєктом; підготовка до захисту та демонстрація проєкту [1]. Цифрова екосистема сервісів підтримки проєктної діяльності має логічну структуру, що корелює з наведеними етапами, та містить сучасні інструменти (рис.1). Варто наголосити, що на етапі координації та планування важливо навчити учнів розподіляти ролі та дедлайни з допомогою Trello, Google Календаря тощо. Використання Kanban-дошок для візуалізації завдань формує навички тайм-менеджменту. Цифрове середовище має стимулювати генерацію ідей (Padlet, Miro тощо). На етапі спільного створення продукту важливо показати інструменти для одночасної роботи (Google Workspace (Docs, Sheets, Slides), Canva, GitHub тощо). Для проведення опитувань, анкетування та збору первинних даних для дослідження доцільно використовувати Google Forms, а для

збереження та систематизації корисних посилань і джерел – Wakelet. Найпростіший спосіб створити «цифровий портфель» проекту, де будуть зібрані всі результати – це Google Sites. Для інтерактивного опитування аудиторії під час захисту проекту корисним стане Mentimeter.



Рис.1 Цифрова екосистема підтримки проектної діяльності

Для ефективного впровадження екосистеми у практичну діяльність, сервіси мають відповідати наступним критеріям: доступність (перевага надається безкоштовним ліцензіям для освіти), колаборація (обов'язкова підтримка спільного редагування в реальному часі), usability (низький поріг входження для учнів).

Отже, впровадження запропонованої моделі дозволяє перейти від епізодичного використання гаджетів до системного застосування цифрових сервісів як інструментів професійної діяльності. Це сприяє не лише успішному виконанню навчальних проектів, але й формуванню комплексної цифрової компетентності здобувачів освіти.

Література

1. Антонченко М.О. Організація проектної діяльності учнів з використанням сучасних інформаційних технологій. *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії*: зб. наукових праць XXIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції. Переяслав-Хмельницький, 31 січня 2020 р. С. 62–65.

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Ребров О. М., Андрієвська В. М.

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним упровадженням цифрових технологій, що зумовлює необхідність оновлення змісту, форм і методів професійної підготовки майбутніх учителів. Особливої актуальності набуває використання хмарних технологій у процесі природничо-математичної підготовки здобувачів вищої педагогічної освіти, в контексті формування готовності майбутніх учителів до професійної діяльності в умовах цифровізованого освітнього середовища Нової української школи [1; 2; 3].

Перевагу використання хмарних технологій у процесі підготовки здобувачів освіти вбачаємо у можливості створити сучасне освітнє середовище, в межах якого здобувачі, незалежно від місця перебування, мають відкритий доступ до бази навчальних і методичних матеріалів; інтерактивних освітніх сервісів і ресурсів; а також засобів комунікації для підтримки продуктивної взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу. У ракурсі реалізації такого середовища особливого значення набуває використання цифрових ресурсів, таких як віртуальні лабораторії, інтерактивні симуляції, динамічні математичні пакети, а саме: GeoGebra (<https://www.geogebra.org/?lang=uk>), PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>), EduMedia (<https://www.edumedia.com/en>), Wolfram Alpha (<https://www.wolframalpha.com/>), Labster (<https://www.labster.com/>), Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>), Desmos (<https://www.desmos.com/>) тощо. Такі ресурси розширюють можливості засвоєння здобувачами освіти навчального змісту та сприяють розвитку їх практичних умінь (рис. 1). Водночас хмарні технології створюють належні умови для організації спільної діяльності учасників освітнього процесу, що є важливим складником професійної підготовки майбутніх учителів. Зокрема, використання таких сервісів, як CoCalc (<https://cocalc.com/>) (рис. 2), Google Colab (<https://colab.research.google.com/>) сприяє успішній організації групових проєктів; обміну результатами досліджень. Це, у свою чергу, формує у майбутніх учителів вміння працювати в команді, у подальшому організовувати успішну спільну діяльність учнів та ефективно використовувати цифрові інструменти у професійній педагогічній практиці.

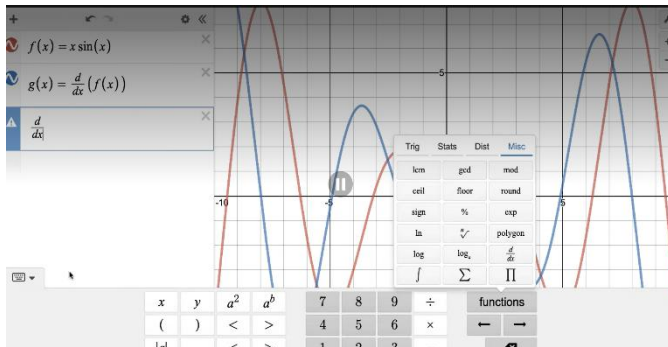


Рис. 1. Ресурс «Desmos»
(<https://www.desmos.com/?lang=uk>)

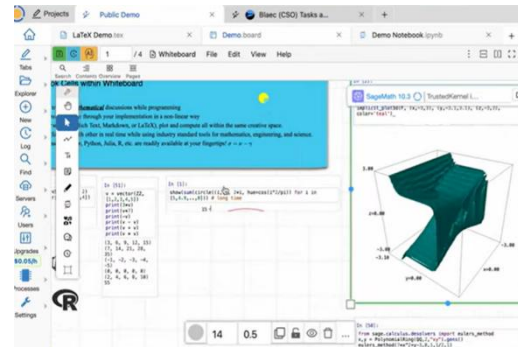


Рис. 2. Ресурс «Cocalc»
(<https://cocalc.com/>)

Звернемо увагу, що використання хмарних технологій у процесі природничо-математичної підготовки здобувачів вищої педагогічної освіти має певну специфіку, оскільки під час використання зазначених технологій акцент робиться не лише на опануванні відповідного хмарного інструментарію, а й на його педагогічно доцільному використанні майбутнім вчителем у подальшій професійній діяльності. Важливим, зокрема, є розвиток умінь підбирати такі ресурси відповідно до цілей і змісту навчання та вікових особливостей учнів; а також оцінювати ефективність їх застосування у досягненні освітніх результатів.

Таким чином, використання хмарних технологій у процесі природничо-математичної підготовки здобувачів вищої педагогічної освіти є важливим чинником підвищення якості професійної підготовки майбутніх учителів.

Література

1. Різак Г. В., Мочалов Д. Є., Ковальська К. В. Оцінювання впливу цифрових технологій на формування професійних компетенцій майбутніх освітян в Україні. Педагогічна академія: наукові записки. 2025. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15114519>
2. Андрієвська В. М., Олефіренко Н. В. Використання хмарних технологій у процесі підготовки майбутнього вчителя. Новітні комп'ютерні технології: хмаро орієнтоване навчальне середовище. 2015. Том XIII. С. 78-87. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/711453/1/078-087_AndriievskaOlefrenko.pdf
3. Маркова О., Семеріков С., Стрюк А. Хмарні технології навчання: витоки. Інформаційні технології і засоби навчання. 2015. Том 46, №2. С. 29-44.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА УМОВ ОБМЕЖЕНОГО НАБОРУ ОЗНАК

Вадіс Н. А.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі розглянуто основні методи та алгоритми машинного навчання, придатні для задач класифікації в умовах обмеженого набору ознак. Проаналізовано особливості використання лінійних моделей, дерев рішень, ансамблевих підходів та методів зниження розмірності. Показано, що за наявності малої кількості інформативних змінних важливого значення набувають коректний відбір ознак, регуляризація та адаптація моделі до структури даних. Обґрунтовано доцільність поєднання алгоритмів попередньої обробки даних із класифікаційними методами для підвищення узагальнювальної здатності моделі.

Ключові слова: машинне навчання, класифікація, обмежений набір ознак, відбір ознак, ансамблеві методи.

Вступ.

Задачі класифікації є базовими в машинному навчанні та широко застосовуються в різних предметних областях, включаючи фінанси, медицину та маркетинг. У реальних умовах дослідник часто стикається з обмеженим набором ознак, що може бути зумовлено неповнотою даних або високою вартістю їх збору. За таких умов ефективність моделі визначається не лише вибором алгоритму, але й якістю представлення даних і процедурою їх попередньої обробки.

Обмежена кількість ознак може призводити до втрати інформативності та зниження якості класифікації, а також підвищувати ризик перенавчання моделей. Це обумовлює необхідність використання методів, що забезпечують кращу узагальнювальну здатність і ефективну роботу з малими ознаковими просторами.

Основна частина.

У задачах класифікації з обмеженим набором ознак доцільно застосовувати алгоритми, які мають вбудовані механізми контролю складності та добре працюють із невеликою кількістю змінних. До таких методів належать логістична регресія та метод опорних векторів, що детально розглядаються в класичних роботах з розпізнавання образів [1].

Лінійні моделі, зокрема логістична регресія, характеризуються високою інтерпретованістю та стійкістю до шуму, що робить їх придатними для задач із обмеженим набором ознак [2]. Водночас їх ефективність знижується у випадках складних нелінійних залежностей між змінними.

Метод опорних векторів дозволяє будувати нелінійні моделі за допомогою ядрових функцій, що розширює його застосовність у складних задачах класифікації [1]. Проте ефективність цього методу залежить від правильного вибору гіперпараметрів і структури даних.

Деревоподібні алгоритми, такі як дерева рішень, випадковий ліс і градієнтний бустинг, здатні виявляти складні нелінійні залежності між ознаками [2]. Ансамблеві методи, зокрема випадковий ліс і бустинг, підвищують точність і стабільність класифікації за рахунок поєднання кількох моделей.

Ключову роль у задачах із обмеженим набором ознак відіграє відбір ознак. Використання статистичних критеріїв, регуляризації або оцінки важливості ознак дозволяє зменшити вплив шуму та підвищити якість моделі [3]. Методи зниження розмірності, такі як метод головних компонент і категоріальне кодування, дозволяють отримати компактне представлення даних і виявити їх приховану структуру. Це сприяє покращенню узагальнювальної здатності моделей, однак потребує обережного застосування для уникнення втрати важливої інформації.

Висновки.

Ефективна класифікація за умов обмеженого набору ознак потребує комплексного підходу, що включає вибір відповідного алгоритму, застосування методів відбору ознак і використання процедур попередньої обробки даних. Встановлено, що ефективність алгоритмів класифікації за умов обмеженого набору ознак залежить від поєднання моделей із різними властивостями та використання методів зменшення розмірності і відбору ознак. Найбільш доцільним є застосування алгоритмів із вбудованими механізмами регуляризації та ансамблевих підходів, що забезпечують підвищення точності та стійкості результатів. Комплексне використання зазначених методів дозволяє компенсувати обмеженість вхідних даних і покращити якість класифікації.

Література

1. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-45528-0>
2. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oreilly.com/library/view/hands-on-machine-learning/9781492032632/>
3. Murphy K. P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mitpress.mit.edu/9780262018029/machine-learning-a-probabilistic-perspective/>

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Самошина Є. О., Мазурок Т. Л.

Університет Ушинського, м. Одеса

Навчання комп'ютерному моделюванню в шкільному курсі інформатики охоплює багато актуальних питань щодо об'єктно-орієнтованого підходу до моделювання оточуючої дійсності, класифікації об'єктів, їх типових моделей та використання у розв'язанні реальних задач. Виконання проєктних завдань з комп'ютерного моделювання дозволяє ефективно використовувати міжпредметні зв'язки, розв'язувати прикладні практичні задачі з різних предметних галузей, що підвищує мотивацію вивчення даного розділу. Саме під час розроблення та застосування комп'ютерних моделей створюються умови для формування багатьох ключових компетентностей щодо пояснення власних рішень, практичного застосування ІТ для розв'язування задач міжпредметного та прикладного характеру, креативного використання ІТ-інструментів для автоматизації процесів та аналізу даних, формування навичок навчання впродовж життя та ін.

Втім, в умовах впровадження принципів Концепції НУШ постає важливим питання не тільки досягнення результатів навчання, а також створення найбільш сприятливих, комфортних умов навчання для кожного учня, переходу до «дитиноцентризму», тобто індивідуалізованого навчання, що планується та здійснюється з врахуванням індивідуальних особливостей кожної особи, що навчається, індивідуальних освітніх потреб, з врахуванням їх майбутньої професійної спрямованості та колом інтересів. Отже, навчання комп'ютерному моделюванню завдяки широкому колу взаємозв'язків з іншими предметами, прикладними галузями, використанню різних засобів моделювання та візуалізації даних створює майже унікальні умови для здійснення адаптивного навчання даного розділу, що вивчається за діючою програмою з інформатики в 10 класі за базовим модулем.

Під адаптивним навчанням розуміють освітній підхід, який дозволяє здійснювати налаштування управління навчанням на основі індивідуальних потреб учня, його рівня знань, темпу засвоєння матеріалу та особливостей сприйняття. Дидактичними інструментами впровадження адаптивного навчання є поєднання індивідуалізації, диференціації, гнучкості налаштування та технологічної підтримки використання он-лайн-платформ, систем штучного інтелекту та аналітики відстеження прогресу. В даній роботі виконується розробка методичних матеріалів, що є необхідними для впровадження адаптивного навчання комп'ютерному моделюванню.

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ

Вадіс Н. А.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі розглянуто підхід до проектування системи класифікації на основі методів і алгоритмів машинного навчання. Проаналізовано ключові етапи побудови такої системи, зокрема збір і підготовку даних, вибір ознак, навчання моделі, оцінювання якості та інтеграцію результатів у прикладне програмне середовище. Показано, що ефективність системи класифікації визначається не лише вибором алгоритму, а й узгодженістю всіх компонентів архітектури, які забезпечують стабільність, точність і можливість масштабування. Обґрунтовано доцільність використання ансамблевих і регуляризованих моделей у поєднанні з попередньою обробкою даних для підвищення якості прогнозування.

Ключові слова: машинне навчання, класифікація, проектування системи, відбір ознак, ансамблеві методи.

Вступ.

Системи класифікації на основі машинного навчання широко застосовуються у фінансах, медицині, промисловій діагностиці, інформаційній безпеці та інших сферах, де необхідно автоматизувати прийняття рішень за наявності великого обсягу даних. У таких задачах важливим є не лише досягнення високої точності, але й побудова цілісної системи, яка забезпечує обробку даних від етапу їх надходження до отримання кінцевого класу. Саме тому проектування подібних рішень потребує комплексного підходу, що охоплює вибір алгоритму, спосіб представлення даних, методи оцінювання та механізми впровадження результатів у практичне середовище.

У реальних умовах модель класифікації повинна працювати з неоднорідними, неповними або шумними даними, а також бути стійкою до зміни розподілу вхідної інформації. Це означає, що архітектура системи має передбачати етапи попередньої обробки, нормалізації, відбору інформативних ознак і контролю якості навчання. Крім того, практична цінність такої системи значною мірою залежить від її інтерпретованості, швидкодії та здатності до подальшого розширення.

Основна частина.

Проектування системи класифікації на основі машинного навчання доцільно розглядати як послідовність взаємопов'язаних етапів. На першому етапі виконується збір і підготовка даних. Якість цього етапу є критичною, оскільки навіть найточніший алгоритм не компенсує низьку якість вхідної інформації. У

межах підготовки даних здійснюються очищення пропусків, усунення викидів, кодування категоріальних змінних і масштабування числових ознак [2].

Другий етап пов'язаний із формуванням ознакового простору. Саме від якості ознак залежить здатність моделі розрізняти класи. Для цього застосовуються методи відбору ознак, які дозволяють залишити лише найбільш інформативні характеристики, а також методи зниження розмірності, що допомагають зменшити надлишковість і шум у даних [3]. У задачах класифікації це особливо важливо, оскільки надмірна кількість слабо пов'язаних змінних може знизити узагальнювальну здатність моделі.

На наступному етапі обирається алгоритм навчання. Для базових систем класифікації часто використовуються логістична регресія, дерева рішень, метод опорних векторів, випадковий ліс і градієнтний бустинг [1]. Логістична регресія є простою та інтерпретованою моделлю, придатною для задач із відносно лінійною структурою залежностей. Дерева рішень забезпечують наочність і зручність аналізу, але можуть бути схильними до перенавчання. Ансамблеві методи, зокрема випадковий ліс і бустинг, зазвичай забезпечують вищу точність за рахунок поєднання кількох моделей і зменшення впливу помилок окремих рішень [2].

Особливу роль у проектуванні системи відіграє етап навчання та налаштування гіперпараметрів. Для досягнення оптимального результату необхідно визначити набір параметрів, який забезпечує найкраще співвідношення між точністю та стійкістю моделі. Для цього застосовуються методи крос-валідації, пошуку по сітці або випадкового пошуку, а також механізми регуляризації, що обмежують складність моделі та зменшують ризик перенавчання [3].

Після навчання модель повинна бути оцінена за допомогою відповідних метрик. У задачах класифікації найчастіше використовуються точність, повнота, F1-міра, матриця помилок та ROC-AUC. Вибір метрики залежить від предметної області та вартості помилок різних типів. Наприклад, у медичних або фінансових задачах помилка другого роду може мати значно значніші наслідки, ніж помилка першого роду, тому оцінювання системи має враховувати не лише загальну точність, але й баланс між класами [1].

Наступним етапом є інтеграція моделі в прикладну систему. На цьому етапі формується програмна архітектура, яка забезпечує подачу нових даних, автоматичний запуск класифікації, збереження результатів і, за потреби, подальше донавчання моделі. Така система повинна бути модульною, щоб окремі її частини — підготовка даних, прогнозування, валідація та логування — могли оновлюватися незалежно одна від одної. Саме модульний підхід робить

можливим практичне використання алгоритмів машинного навчання в реальних інформаційних системах [2].

Окремо слід відзначити доцільність використання ансамблевих рішень у системах класифікації. Поєднання кількох моделей дозволяє підвищити стійкість прогнозу, зменшити вплив випадкових похибок і покращити результат на неоднорідних даних. У деяких випадках доцільно застосовувати не лише однорівневу класифікацію, а й каскадну схему, де одна модель виконує попереднє розділення, а інша уточнює результат [1]. Такий підхід є особливо корисним у складних предметних областях, де структура класів не є однозначною.

Висновки.

Проектування системи класифікації на основі машинного навчання повинно охоплювати повний цикл обробки даних: від їх підготовки до впровадження моделі в реальне середовище. Якість кінцевого рішення визначається не лише обраним алгоритмом, а й узгодженістю всієї системи, включно з етапами відбору ознак, навчання, оцінювання та експлуатації.

У роботі обґрунтовано підхід до проектування системи класифікації з використанням методів машинного навчання. Встановлено, що ефективна система має базуватися на послідовному виконанні етапів підготовки даних, формування ознакового простору, вибору моделі, налаштування гіперпараметрів та оцінювання якості. Показано, що найбільш перспективними для практичного застосування є ансамблеві та регуляризовані алгоритми, які забезпечують високу точність і стійкість результатів. Комплексний підхід до проектування дозволяє створювати гнучкі, масштабовані та придатні до впровадження системи класифікації.

Література

1. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-45528-0>
2. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oreilly.com/library/view/hands-on-machine-learning/9781492032632/>
3. Murphy K. P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mitpress.mit.edu/9780262018029/machine-learning-a-probabilistic-perspective/>

КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНИХ ПЕРЕШКОД ПРИ НАВІГАЦІЇ

Привалов А. Г., Рудніченко М. Д., Шибяєва Н. О.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: в даній роботі запропоновано концепцію інтелектуального агента для розпізнавання гідроакустичних перешкод для підвищення точності та надійності навігації в умовах невизначеного підводного середовища.

Ключові слова: інтелектуальні агенти, гідроакустичне управління, розпізнавання образів.

Вступ. Сучасний розвиток автономних підводних систем, безпілотних апаратів та інтелектуальних навігаційних комплексів обумовлює необхідність підвищення точності виявлення та класифікації гідроакустичних перешкод у складних умовах середовища. Гідроакустичні сигнали залишаються основним джерелом інформації для підводної навігації, оскільки використання супутникових систем позиціонування є обмеженим або неможливим під водою. У зв'язку з цим особливого значення набувають методи пасивної та активної акустичної обробки сигналів, які дозволяють визначати відстань до об'єктів, їх характеристики та динаміку руху [1].

Актуальність тематики також підсилюється потребами морської безпеки, екологічного моніторингу та військових застосувань, де своєчасне виявлення підводних перешкод є критичним для запобігання аваріям і підвищення ефективності виконання місій [2]. У цьому контексті розробка концепції інтелектуального агента, здатного адаптивно аналізувати гідроакустичну інформацію та приймати рішення в реальному часі, є важливим науково-прикладним завданням. Використання методів штучного інтелекту, зокрема машинного навчання та агентних підходів, відкриває нові можливості для підвищення автономності та надійності навігаційних систем.

Концепція інтелектуального агента для розпізнавання гідроакустичних перешкод базується на поєднанні сенсорного сприйняття, адаптивної обробки сигналів та прийняття рішень у невизначеному середовищі. Архітектура такого агента передбачає наявність кількох функціональних рівнів, серед яких ключовими є рівень збору даних, рівень попередньої обробки сигналів, рівень інтелектуального аналізу та рівень формування керуючих впливів.

На рівні збору даних використовуються гідрофони або масиви акустичних сенсорів, які забезпечують реєстрацію звукових хвиль у водному середовищі. Особливістю гідроакустичних каналів є їхня висока варіативність, що проявляється у змінності затримок, затухання сигналів та ефектів Доплера. Дослідження показують, що характеристики каналу, такі як часова та частотна

когерентність, істотно впливають на точність обробки сигналів і повинні враховуватись при побудові моделей розпізнавання.

Рівень попередньої обробки включає фільтрацію шумів, виділення ознак та перетворення сигналів у форму, придатну для подальшого аналізу. Застосовуються методи спектрального аналізу, вейвлет-перетворення та статистичної обробки, що дозволяють виділяти інформативні характеристики сигналів. Особливу роль відіграють алгоритми визначення різниці часу приходу сигналу, які дозволяють оцінювати напрямок на джерело акустичного випромінювання навіть у присутності шумів.

Рівень інтелектуального аналізу реалізує основні функції розпізнавання перешкод. У межах концепції пропонується використання гібридних моделей, що поєднують нейронні мережі та ймовірнісні методи. Нейронні мережі забезпечують ефективну класифікацію складних сигналів, тоді як байєсівські або частинкові фільтри дозволяють враховувати невизначеність і динаміку середовища. Наприклад, застосування частинкових фільтрів у навігаційних задачах дозволяє обмежити накопичення похибки позиціонування за рахунок інтеграції різних джерел даних.

Інтелектуальний агент функціонує в рамках агентного підходу, де він розглядається як автономна система, що взаємодіє з навколишнім середовищем через сенсори та виконавчі механізми. Важливою характеристикою такого агента є здатність до навчання на основі досвіду, що реалізується за допомогою методів підкріплювального навчання. Це дозволяє агенту оптимізувати стратегії навігації та уникнення перешкод у процесі експлуатації.

Висновки. Запропонована концепція також передбачає інтеграцію з іншими навігаційними підсистемами, такими як інерціальні вимірювальні блоки та системи оцінювання швидкості. Це дозволяє створити багатосенсорну систему, здатну компенсувати недоліки окремих джерел інформації. Дослідження показують, що додаткові сенсорні модулі можуть суттєво підвищити точність визначення координат і стабільність роботи навігаційної системи.

Література

1. Navigation in shallow water using passive acoustic ranging [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2306.06426>
2. Underwater Acoustic Source Seeking Using Time-Difference-of-Arrival Measurements [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2402.17405>

АНСАМБЛЕВІ ГІБРИДНІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ У ФІНАНСАХ

Шведов Д. С.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: в даній роботі запропоновано підхід до ансамблювання гібридних нейромережових моделей із використанням алгоритмів обчислювального інтелекту для підвищення точності прогнозування інвестиційних ризиків.

Ключові слова: *інвестиційні ризики, гібридні моделі, ансамблювання.*

Вступ. Сучасні фінансові ринки характеризуються високою волатильністю, нелінійністю процесів та значною невизначеністю, що суттєво ускладнює прогнозування інвестиційних ризиків [1]. Зростання обсягів фінансових даних, різноманіття їх джерел та швидкість їх оновлення формують передумови для використання інтелектуальних методів аналізу, здатних виявляти приховані закономірності та адаптуватися до змін середовища. Традиційні статистичні підходи часто не забезпечують достатньої точності прогнозів у складних умовах, що обумовлює необхідність застосування більш гнучких та адаптивних моделей [2]. Особливого значення набуває використання нейромережових технологій, які демонструють високу ефективність у задачах прогнозування часових рядів та класифікації фінансових ризиків. Водночас окремі моделі мають обмеження, пов'язані з перенавчанням, нестабільністю результатів та залежністю від структури даних. У цьому контексті перспективним напрямом є ансамблювання моделей, що дозволяє поєднувати переваги різних підходів та підвищувати узагальнюючу здатність системи.

Основна частина. Пропонований підхід до ансамблювання гібридних нейромережових моделей базується на інтеграції різних типів моделей та алгоритмів оптимізації в єдину узгоджену систему. Основна ідея полягає у формуванні ансамблю, що складається з декількох гетерогенних моделей, кожна з яких спеціалізується на обробці певного типу даних або аспекту фінансового ризику. До складу ансамблю включаються рекурентні нейронні мережі для аналізу часових залежностей, згорткові мережі для виявлення локальних патернів та автоенкодера для зниження розмірності даних і виділення латентних ознак.

Гібридність підходу забезпечується поєднанням нейромережових моделей із методами обчислювального інтелекту, зокрема еволюційними алгоритмами, алгоритмами рою частинок та нечіткими системами. Еволюційні алгоритми використовуються для оптимізації структури нейронних мереж і підбору гіперпараметрів, що дозволяє автоматизувати процес навчання та підвищити ефективність моделей. Алгоритми рою частинок застосовуються для оптимізації

вагових коефіцієнтів ансамблю, забезпечуючи узгодженість результатів окремих моделей.

Важливою складовою підходу є використання адаптивного механізму зважування моделей в ансамблі. Замість статичного поєднання результатів застосовується динамічне зважування, яке враховує поточний стан ринку та якість прогнозів окремих моделей у попередні періоди. Такий підхід дозволяє підвищити стійкість системи до змін у даних і зменшити вплив помилок окремих компонентів. Для обробки невизначеності фінансових даних використовується нечітка логіка, яка дозволяє моделювати нечіткі залежності та враховувати експертні знання. Інтеграція нечітких систем із нейромережевими моделями забезпечує підвищення інтерпретованості результатів і покращує якість прогнозування у випадках неповних або зашумлених даних. Особливу увагу приділено процесу навчання ансамблю. Запропоновано багаторівневу процедуру навчання, яка включає попереднє навчання окремих моделей, їх подальшу оптимізацію за допомогою алгоритмів обчислювального інтелекту та фінальне налаштування ансамблю на основі історичних даних. Оцінювання ефективності моделі здійснюється за допомогою комплексних метрик, що враховують точність прогнозування, стабільність результатів та здатність до узагальнення. Проведені експериментальні дослідження демонструють, що ансамблеві гібридні моделі перевищують окремі нейромережеві підходи за основними показниками якості, забезпечуючи більш надійне прогнозування інвестиційних ризиків.

Висновки. Встановлено, що інтеграція різних типів моделей та алгоритмів обчислювального інтелекту дозволяє суттєво підвищити ефективність аналізу фінансових даних. Запропонована модель забезпечує адаптивне поєднання результатів окремих компонентів, врахування невизначеності та автоматизацію процесу оптимізації, що сприяє підвищенню точності та надійності прогнозів.

Література

1. Hybrid deep learning for financial risk prediction using ensemble methods [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417423009876>
2. Ensemble learning for financial risk management and forecasting applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-024-08921-3>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ІНВЕСТОРІВ

Шведов Д. С.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: в даній роботі здійснено порівняльний аналіз сучасних методів предиктивного моделювання різномірних фінансових даних для оцінки інвестиційних ризиків.

Ключові слова: фінансові ризики, предиктивний аналіз, різномірні дані.

Вступ. Фінансові ризики мають багатофакторну природу, що обумовлює необхідність використання методів предиктивного аналізу, здатних враховувати нелінійні залежності та взаємозв'язки між змінними. Дослідження свідчать, що застосування методів машинного навчання дозволяє значно підвищити точність оцінювання ризиків порівняно з класичними підходами, особливо при роботі з великими та складними наборами даних. Водночас різні методи демонструють неоднакову ефективність залежно від структури даних та умов застосування. Актуальність роботи полягає у необхідності системного порівняння методів предиктивного аналізу, що використовуються для оцінювання фінансових ризиків інвесторів, з урахуванням особливостей різномірних даних та вимог до точності, інтерпретованості та адаптивності моделей.

Основна частина. Сучасні методи предиктивного аналізу фінансових ризиків можна умовно поділити на статистичні, машинного навчання та глибинного навчання. Класичні статистичні моделі, зокрема регресійні підходи та економетричні моделі, забезпечують базовий рівень інтерпретованості, однак мають обмежену здатність до моделювання складних нелінійних залежностей.

Методи машинного навчання, такі як дерева рішень, випадкові ліси, метод опорних векторів та ансамблеві алгоритми, демонструють значно кращі результати у задачах класифікації та прогнозування ризиків. Порівняльні дослідження показують, що ансамблеві методи, зокрема випадковий ліс, забезпечують найвищу точність серед класичних алгоритмів за рахунок зменшення варіації та підвищення стійкості моделей. Такі підходи ефективно працюють зі структурованими фінансовими даними, проте мають обмеження при обробці неструктурованої інформації.

З розвитком технологій глибинного навчання з'явилися нові можливості для аналізу різномірних даних. Рекурентні нейронні мережі та їх модифікації застосовуються для аналізу часових рядів, тоді як згорткові мережі використовуються для обробки просторових та візуальних даних. Крім того, сучасні підходи передбачають використання мультимодальних моделей, які інтегрують фінансові показники, текстові новини та інші джерела інформації в

єдину систему аналізу. Дослідження показують, що такі моделі забезпечують більш повне уявлення про ризики та підвищують точність прогнозування.

Окремий напрям становлять моделі, що працюють із різночастотними даними. Наприклад, використання нейромережових підходів для обробки змішаних частот дозволяє інтегрувати макроекономічні та ринкові показники, що оновлюються з різною періодичністю, підвищуючи точність оцінювання ризиків. Це є особливо важливим для оцінювання інвестиційних ризиків у реальному часі.

Порівняння методів показує, що кожен клас моделей має свої переваги та обмеження. Статистичні методи забезпечують високу інтерпретованість, але поступаються у точності. Алгоритми машинного навчання забезпечують баланс між точністю та обчислювальною складністю. Глибинні нейронні мережі демонструють найвищу точність при роботі з великими та різномірними даними, однак мають низьку прозорість і потребують значних обчислювальних ресурсів.

Перспективним напрямом є використання гібридних підходів, що поєднують різні методи аналізу. Зокрема, інтеграція економетричних моделей із алгоритмами машинного навчання дозволяє підвищити як точність, так і інтерпретованість результатів. Крім того, розвиток пояснюваного штучного інтелекту сприяє підвищенню довіри до моделей і розширенню їх практичного застосування.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що ефективність оцінювання фінансових ризиків інвесторів значною мірою залежить від вибору методів предиктивного аналізу та здатності моделей працювати з різномірними даними. Виявлено, що традиційні статистичні підходи поступаються сучасним методам машинного та глибинного навчання за точністю прогнозування. Найбільш перспективними є гібридні та мультимодальні моделі, які дозволяють інтегрувати різні типи даних і забезпечують більш повне відображення фінансових процесів.

Література

1. Big Data and Machine Learning Methods in Financial Risk Prediction [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bcpublication.org/index.php/SJEMR/article/view/9147>
2. A hybrid model for stock price prediction based on multi-view heterogeneous data [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40854-023-00519-w>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ НЕКОНВЕНЦІЙНИХ ДАНИХ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Сідельнікова А. С., Шибасва Н. О., Рудніченко М. Д.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі запропоновано модель інтелектуального аналізу великих обсягів неконвенційних даних, що забезпечує підвищення ефективності управління складними транспортними системами на основі інтеграції методів штучного інтелекту.

Ключові слова: інтелектуальний аналіз, неконвенційні дані, транспортні системи.

Вступ. Сучасні транспортні системи характеризуються високим рівнем складності, динамічністю процесів та значною кількістю взаємопов'язаних елементів, що функціонують у реальному часі. Зростання урбанізації, інтенсивність транспортних потоків та підвищення вимог до безпеки і ефективності перевезень обумовлюють необхідність впровадження нових підходів до аналізу даних [1]. Особливого значення набуває використання неконвенційних джерел інформації, таких як дані з мобільних пристроїв, соціальних мереж, сенсорних мереж, телеметрії транспортних засобів та систем Інтернету речей. Застосування великих даних у транспортній галузі демонструє значний потенціал щодо оптимізації управління рухом, прогнозування заторів та підвищення безпеки перевезень. Дослідження свідчать, що інтеграція Big Data та штучного інтелекту дозволяє суттєво покращити ефективність інтелектуальних транспортних систем, забезпечуючи більш точне прогнозування та прийняття рішень [2]. Водночас неконвенційні дані відзначаються високою неоднорідністю, невизначеністю та шумовістю, що ускладнює їх обробку традиційними методами.

Основна частина. Розробка моделі інтелектуального аналізу неконвенційних даних передбачає формування багаторівневої архітектури, що включає рівень збору даних, рівень інтеграції, аналітичний рівень та рівень підтримки прийняття рішень. На першому етапі здійснюється агрегування інформації з різних джерел, включаючи сенсорні мережі, GPS-трекери, відеопотоки, соціальні платформи та інші цифрові канали. Особливістю цього етапу є необхідність забезпечення синхронізації даних та їх попередньої фільтрації.

На рівні інтеграції реалізується об'єднання різнорідних даних у єдину інформаційну модель. Для цього використовуються методи семантичного аналізу, онтологічного моделювання та побудови графових структур, що дозволяють враховувати складні взаємозв'язки між об'єктами транспортної системи. Використання графових підходів є особливо ефективним для

моделювання транспортних мереж, оскільки вони відображають топологію дорожньої інфраструктури та динаміку потоків.

Аналітичний рівень моделі базується на застосуванні сучасних методів машинного навчання та глибинного навчання. Зокрема, використовуються нейронні мережі для обробки часових рядів, рекурентні архітектури для прогнозування транспортних потоків та графові нейронні мережі для аналізу структурованих даних. Дослідження показують, що такі підходи дозволяють значно підвищити точність прогнозування та ефективність управління транспортними процесами.

Окрему роль відіграє обробка неконвенційних даних, які можуть містити текстову, візуальну або поведінкову інформацію. Для їх аналізу застосовуються методи обробки природної мови, комп'ютерного зору та мультиагентні підходи. Наприклад, аналіз повідомлень у соціальних мережах дозволяє оперативно виявляти аварійні ситуації або затори, що не завжди фіксуються традиційними сенсорами.

Рівень підтримки прийняття рішень передбачає використання інтелектуальних алгоритмів оптимізації та прогнозування. На цьому рівні реалізуються моделі, здатні формувати рекомендації щодо маршрутизації, регулювання транспортних потоків та управління інфраструктурою. Важливою характеристикою моделі є її адаптивність, що забезпечується за рахунок використання методів навчання з підкріпленням.

Запропонована модель також враховує питання масштабованості та обчислювальної ефективності. Використання хмарних технологій та розподілених обчислень дозволяє обробляти великі обсяги даних у режимі реального часу. Це є критично важливим для сучасних транспортних систем, де затримки у прийнятті рішень можуть призводити до значних втрат.

Висновки. Розроблена модель інтелектуального аналізу неконвенційних даних забезпечує комплексний підхід до обробки інформації, що поєднує різні методи та технології для підвищення ефективності функціонування транспортних систем.

Література

1. Big data in transportation: a systematic literature analysis and topic classification [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10115-024-02112-8>
2. Big data applications in intelligent transport systems: a bibliometric analysis and review [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44290-025-00205->

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Коєв Л. Ю., Шпінарева І. М.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі проведено порівняльний аналіз статистичних, марковських, часових та машинно-навчальних методів оцінки й прогнозування надійності обчислювального обладнання з визначенням їх переваг, обмежень і доцільності застосування в різних умовах експлуатації.

Ключові слова: оцінка надійності обладнання, прогнозування відмов.

Актуальність дослідження надійності обчислювального обладнання зумовлена стрімким зростанням залежності сучасних інформаційних систем від безперервної та коректної роботи апаратних компонентів [1]. Підвищення складності архітектур, використання гетерогенних обчислювальних середовищ і масштабування інфраструктур призводять до зростання кількості потенційних відмов, що безпосередньо впливає на економічні показники організацій і якість надання цифрових послуг [2]. У зв'язку з цим особливого значення набувають методи оцінки та прогнозування показників надійності.

Одним із класичних підходів до оцінки надійності є статистичні методи, що базуються на аналізі історичних даних про відмови. Перевагою статистичних методів є їхня відносна простота реалізації та інтерпретованість результатів. Вони дозволяють отримувати кількісні оцінки таких показників, як середній час напрацювання до відмови та інтенсивність відмов. Водночас ці методи мають обмеження, пов'язані з необхідністю наявності великого обсягу достовірних історичних даних, припущенням стаціонарності процесів.

Іншим поширеним підходом є використання методів теорії надійності на основі марковських процесів. У цьому випадку система моделюється як сукупність станів, між якими відбуваються переходи з певними ймовірностями. До переваг марковських моделей належить їхня здатність описувати динамічні процеси та враховувати залежності між компонентами. Проте застосування цього методу супроводжується значними обчислювальними витратами, особливо для систем з великою кількістю станів, а також складністю визначення точних параметрів переходів, що знижує практичну застосовність у реальних умовах.

Суттєвий розвиток у прогнозуванні надійності пов'язаний із використанням методів машинного навчання. Основною перевагою цього підходу є здатність виявляти складні нелінійні залежності та адаптуватися до змін у даних. Разом із тим методи машинного навчання потребують значних обсягів навчальних вибірок, а також характеризуються обмеженою інтерпретованістю результатів,

що ускладнює їх використання в критично важливих системах, де необхідне чітке обґрунтування прийнятих рішень.

Окрему групу становлять методи прогнозування часових рядів, такі як авторегресійні інтегровані ковзні середні моделі. Перевагою цього підходу є ефективність при роботі з даними, що мають виражену часову структуру, а також відносна простота налаштування моделей. Однак такі методи є чутливими до якості даних і наявності шуму, а також не завжди здатні враховувати зовнішні фактори, що впливають на надійність обладнання, що обмежує їхню точність у складних умовах експлуатації.

Порівняльний аналіз розглянутих методів свідчить про відсутність універсального підходу, який би забезпечував однаково високу ефективність у всіх випадках. Статистичні методи є доцільними для базової оцінки надійності за наявності достатньої кількості історичних даних, тоді як марковські моделі краще підходять для аналізу складних систем із взаємозалежними компонентами. Методи машинного навчання демонструють високий потенціал у задачах прогнозування, особливо за умов наявності великих обсягів даних, але потребують додаткових заходів для підвищення прозорості результатів. Моделі часових рядів є ефективними для короткострокового прогнозування, проте їхня застосовність обмежена у випадках значної варіативності зовнішніх факторів.

Таким чином, вибір методу оцінки та прогнозування показників надійності обчислювального обладнання повинен здійснюватися з урахуванням специфіки системи, доступності даних і вимог до точності та інтерпретованості результатів. Перспективним напрямом є інтеграція різних підходів, зокрема поєднання статистичних методів із алгоритмами машинного навчання, що дозволяє підвищити точність прогнозів і забезпечити більш гнучке реагування на зміну умов експлуатації. У підсумку можна стверджувати, що комплексне використання сучасних методів аналізу даних є ключовим фактором підвищення надійності обчислювальних систем у сучасному інформаційному середовищі.

Література

1. An approach to software reliability prediction based on time series modeling [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0164121213000617>
2. The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835298000667>

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У СФЕРІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Коєв Л. Ю., Шпінарева І. М.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі обґрунтовано підходи до проектування інформаційної системи аналізу якості комп'ютерних комплектуючих із використанням статистичних методів, моделей прогнозування для підвищення ефективності сервісного обслуговування і управління надійністю.

Ключові слова: *аналіз відмов, FMEA, MTBF, MTTR.*

Актуальність розробки інформаційних систем у сфері сервісного обслуговування та управління надійністю обчислювального обладнання визначається зростанням обсягів використання комп'ютерної техніки та необхідністю підвищення ефективності її експлуатації [1]. У сучасних умовах сервісні центри та торгові організації стикаються з потребою обробки великих масивів даних щодо технічного стану комплектуючих, історії їх використання та відмов, що вимагає впровадження автоматизованих рішень для збору, зберігання та аналізу такої інформації. Відсутність систематизованого підходу до обліку відмов і оцінки якості продукції ускладнює прийняття управлінських рішень, знижує ефективність гарантійного обслуговування та обмежує можливості прогнозування технічних ризиків [2].

Запропонований проект системи передбачає інтеграцію функціональних модулів збору та структурування даних про обладнання, формування бази даних відмов, аналітичної обробки інформації та прогнозування показників надійності. Архітектурно система реалізується як багаторівневе рішення з використанням клієнт-серверної моделі, що забезпечує масштабованість, гнучкість та можливість інтеграції з існуючими інформаційними ресурсами.

У процесі проектування системи значну увагу приділено формуванню логічної структури бази даних, яка забезпечує збереження інформації про технічні характеристики комплектуючих, умови їх експлуатації, частоту та причини відмов. Такий підхід дозволяє створити єдине інформаційне середовище для накопичення статистики, що є основою для подальшого аналітичного опрацювання.

Аналітичний модуль системи базується на застосуванні статистичних методів аналізу відмов, що дозволяють виявляти закономірності у функціонуванні обладнання та визначати найбільш вразливі компоненти. Використання підходу FMEA сприяє ідентифікації потенційних видів відмов,

оцінці їх наслідків та визначенню пріоритетів для усунення ризиків. Додатково здійснюється розрахунок показників надійності, зокрема середнього часу напрацювання на відмову та середнього часу відновлення, що дає змогу оцінити ефективність експлуатації обладнання та рівень сервісної підтримки.

Особливу роль у системі відіграє модуль прогнозування, який забезпечує оцінку ймовірності виникнення відмов у майбутньому на основі накопичених даних. Реалізація цього модуля може ґрунтуватися на поєднанні статистичних моделей та елементів машинного навчання, що дозволяє підвищити точність прогнозів і враховувати вплив різноманітних факторів експлуатації. Прогностичні результати можуть використовуватися для планування технічного обслуговування, оптимізації запасів комплектуючих та мінімізації простоїв обладнання.

Методологія FMEA забезпечує системний підхід до аналізу ризиків, однак значною мірою залежить від експертних оцінок, що може впливати на об'єктивність результатів. Розрахунок показників надійності дозволяє отримати кількісні характеристики роботи обладнання, але не забезпечує повноцінного прогнозування без додаткових моделей. Використання методів прогнозування, зокрема на основі машинного навчання, відкриває можливості для більш глибокого аналізу, проте потребує значних обсягів даних і відповідних обчислювальних ресурсів.

Практичне значення розробленого проекту інформаційної системи полягає у можливості її використання сервісними центрами та торговими організаціями для підвищення ефективності управління процесами обслуговування. Впровадження системи дозволяє оптимізувати гарантійну політику, покращити планування запасів, зменшити витрати на обслуговування та підвищити рівень задоволеності клієнтів. Крім того, накопичення та аналіз статистики відмов сприяє формуванню об'єктивної оцінки надійності продукції різних виробників, що може бути використано для прийняття стратегічних рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вдосконалення моделей прогнозування та інтеграцію інтелектуальних алгоритмів аналізу даних у практику сервісного обслуговування.

Література

1. FMEA methodology for reliability improvement in engineering systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832018303203>
2. Reliability engineering and system safety principles and applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832016301241>

РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ КАТАЛОГІЗАЦІЇ ПРИВАТНОЇ БІБЛІОТЕКИ

Прущак В. К., Лапаєв А. В.

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація: у роботі розглянуто концепцію реалізації веб-орієнтованої програмної системи каталогізації приватної бібліотеки з підтримкою аналітики, рекомендацій та інтеграції із зовнішніми джерелами даних..

Ключові слова: облік книг, каталогізація даних, веб-застосування.

Вступ. Актуальність розробки програмних систем каталогізації приватних бібліотек зумовлена зростанням обсягів персональних книжкових колекцій та потребою їх ефективного управління в умовах цифровізації повсякденного життя [1]. Традиційні підходи до обліку книг, що базуються на паперових записах або неструктурованих електронних файлах, не забезпечують належного рівня зручності, швидкості доступу до інформації та можливостей аналітичної обробки [2]. У зв'язку з цим актуальним є створення сучасних веб-орієнтованих систем, які дозволяють автоматизувати процеси каталогізації, пошуку, аналізу та рекомендації літератури.

Основна частина. У процесі проєктування визначено основні функціональні вимоги системи, які охоплюють повний життєвий цикл взаємодії користувача з бібліотекою. Зокрема, система реалізує механізми реєстрації та авторизації, що забезпечують персоналізацію доступу до даних. Додавання книг можливе як у ручному режимі із введенням базових характеристик, так і автоматично шляхом інтеграції з зовнішніми API, що дозволяє значно спростити наповнення каталогу та підвищити достовірність даних. Важливим аспектом є підтримка різних режимів відображення інформації, що сприяє покращенню користувацького досвіду.

Особливу увагу приділено реалізації механізмів управління станом книг. Система дозволяє відстежувати статус прочитання, формувати списки обраних видань, а також фіксувати факти передачі книг іншим особам із зазначенням контактної інформації та очікуваних термінів повернення. Це розширює функціональність системи, перетворюючи її з простого каталогу на інструмент управління обігом книг у межах приватної бібліотеки.

Аналітичні можливості системи реалізуються через функції пошуку, фільтрації та формування статистики. Користувач має змогу здійснювати пошук за ключовими параметрами, а також застосовувати багатокритеріальну фільтрацію за жанром, статусом читання або доступністю книги. Додатково передбачено формування статистичних показників, що відображають

інтенсивність читання та динаміку використання бібліотеки. Це дозволяє користувачеві отримувати узагальнену інформацію про власні читацькі звички.

Інтелектуальний компонент системи представлений модулем рекомендацій, який формує пропозиції щодо нових книг на основі аналізу наявного каталогу користувача. Використання алгоритмів рекомендацій сприяє персоналізації взаємодії з системою та підвищує її практичну цінність. Додатково реалізовано функціональність сповіщень, що дозволяє нагадувати про необхідність повернення книг або інформувати про нові видання від улюблених авторів.

З точки зору архітектури система реалізується як веб-орієнтований багаторівневий додаток, що включає клієнтську частину, серверну логіку та базу даних. Використання сучасних технологій, таких як React для побудови інтерфейсу користувача та Express для реалізації серверної логіки, забезпечує гнучкість, масштабованість і високу продуктивність системи. Застосування реляційної бази даних дозволяє ефективно організувати зберігання структурованої інформації та забезпечити швидкий доступ до неї.

Важливим аспектом є врахування нефункціональних вимог, зокрема забезпечення швидкого відгуку інтерфейсу, адаптивності дизайну та підтримки різних режимів відображення. Оптимізація запитів до бази даних і використання сучасних підходів до побудови інтерфейсів дозволяє досягти високого рівня продуктивності, що є критично важливим для забезпечення комфортної взаємодії користувача із системою. Підтримка світлої та темної тем оформлення сприяє покращенню ергономіки та доступності.

Висновки. Практичне значення розробленої концепції полягає у можливості її застосування для створення повнофункціонального програмного продукту, що дозволяє автоматизувати управління приватною бібліотекою. Реалізація такої системи сприяє підвищенню рівня організованості користувача, оптимізації процесів обліку книг та покращенню досвіду читання. Система може бути розширена за рахунок інтеграції з іншими сервісами або впровадження додаткових аналітичних інструментів.

Література

1. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oreilly.com/library/view/designing-data-intensive-applications/>
2. Building Modern Web Applications with React and Node.js [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920308772>

АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ У ВІДЕОПОТОЦІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Астененко С. В., Ненов О. Л.

ОНУ ім. І. І. Мечникова

У роботі запропоновано архітектуру системи аналізу відеопотоку в реальному часі для виявлення небезпечних ситуацій. Обробка даних здійснюється безпосередньо у браузері користувача з використанням нейронних мереж (Edge AI), що дозволяє виконувати інференс локально без залучення серверної інфраструктури.

Ключові слова: комп'ютерний зір, відеопотік, нейронні мережі, TensorFlow.js, розпізнавання об'єктів, Edge AI.

Системи комп'ютерного зору широко застосовуються у сферах безпеки та моніторингу, де важливими є швидкість обробки та оперативність реагування. Запропонована система реалізована як клієнтський веб-додаток, що забезпечує аналіз відеоданих у реальному часі без передачі їх на сервер.

Архітектура включає модуль отримання відеопотоку, блок нейронних мереж, модуль агрегації результатів, підсистему аналізу загроз і модуль реагування. Для аналізу сцени використовується поєднання моделей: CocoSSD (детекція об'єктів), MobileNet (класифікація) та FaceMesh (аналіз обличчя). Це дозволяє комплексно оцінювати ситуацію. (рис.1).

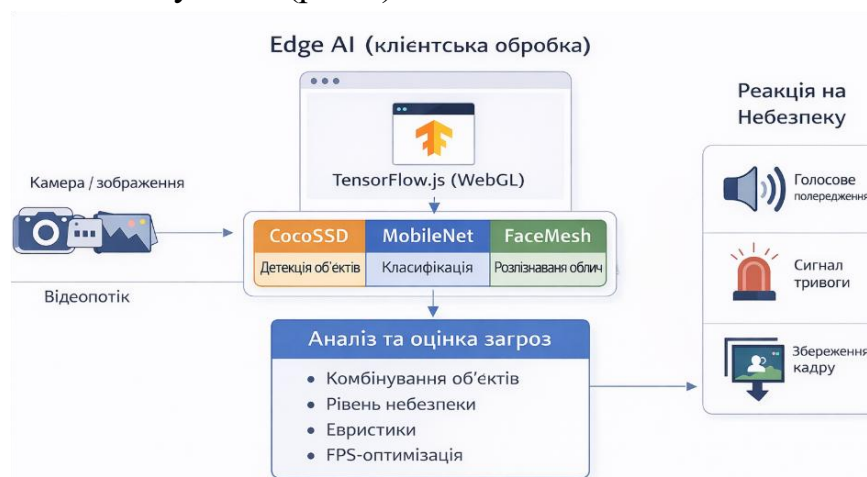


Рисунок 1 – Архітектура системи розпізнавання небезпечних ситуацій

Обробка здійснюється послідовно: захоплення кадру, передача до моделей, об'єднання результатів та аналіз за допомогою евристичних правил. Небезпечні ситуації визначаються на основі комбінацій об'єктів, наприклад присутності людини разом із потенційно небезпечним предметом.

Для кількісної оцінки рівня небезпеки вводиться функція:

$$H = w_1 \cdot O + w_2 \cdot C + w_3 \cdot F,$$

де O — наявність небезпечних об'єктів (0 або 1), C — контекст сцени (0...1), F — параметри обличчя (0...1), w_1, w_2, w_3 — вагові коефіцієнти.

Рівень загрози визначається за пороговими значеннями:

- $H > 0.7$ — high;
- $0.4 < H \leq 0.7$ — medium;
- $H \leq 0.4$ — low.

При одночасному виявленні “person” та “knife” значення $O = 1$, що призводить до високого рівня загрози.

Наприклад, евристичне правило може бути задане у вигляді:

- if (person \wedge knife) \rightarrow H = high;
- if (person \wedge phone) \rightarrow H = low

Такий підхід дозволяє враховувати не лише наявність об'єктів, а й їх комбінації.

У разі виявлення загрози система генерує реакцію (повідомлення, сигнал та збереження кадру).

Для забезпечення роботи в реальному часі застосовуються методи оптимізації: пропуск кадрів, асинхронна обробка та використання WebGL. Це забезпечує продуктивність 10–20 FPS на ноутбуках середнього рівня та 5–12 FPS на мобільних пристроях.

Практична новизна полягає у поєднанні декількох моделей комп'ютерного зору та реалізації повністю клієнтської обробки відеопотоку. Це зменшує затримки та підвищує конфіденційність, оскільки дані не передаються за межі пристрою користувача.

Запропонована система може бути використана у задачах відеоспостереження та інтелектуальних систем безпеки, де необхідний швидкий аналіз відеоданих.

Література

1. Howard A. et al. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications, 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1704.04861>
2. Lin T.-Y. et al. Microsoft COCO: Common Objects in Context. ECCV, 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1405.0312>
3. Smilkov D. et al. TensorFlow.js: Machine Learning for the Web and Beyond. arXiv:1901.05350, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1901.05350>
4. Bazarevsky V. et al. MediaPipe FaceMesh: Real-time Face Landmark Detection. Google Research, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1906.08172>

ПРОБЛЕМИ ПЕРЕВІРКИ ПОХОДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ АРТЕФАКТІВ

Паталашко П. Ю., Антоненко О. С.

Одеський національний університет ім. Мечникова

Ключові слова: artifact provenance, software supply chain, CI/CD

Сучасний підхід до розробки програмного забезпечення змістився від монолітних, розроблених власноруч додатків, до використання розподілених сторонніх бібліотек, компонентів з відкритим кодом та автоматизованих конвеєрів збірки. Хоча ця розподілена парадигма експоненційно прискорює швидкість розробки, вона створює серйозний «дефіцит довіри», оскільки організації більше не контролюють вихідний код повністю. Натомість вони залежать від зовнішніх залежностей та інфраструктури, що їх компілює [1].

Необхідність підтвердження походження посилюється зростанням кількості атак на ланцюг постачання програмного забезпечення. У контексті програмних артефактів це передбачає компрометацію етапів розробки, збірки або розповсюдження життєвого циклу розробки програмного забезпечення (SDLC). Успішно компрометувавши одну бібліотеку з відкритим кодом або сервер, на якому виконуються етапи CI/CD, зловмисник може безперешкодно розповсюджувати скомпрометоване ПЗ серед тисяч, а то й мільйонів споживачів. Сучасні експлоїти ланцюга постачання можна класифікувати за конкретним етапом, на який вони націлені в рамках конвеєра розробки і постачання ПЗ. До основних векторів атак належать:

1. Компрометація системи контролю версій;
2. Зловживання інфраструктурою збірки та CI/CD;
3. Dependency confusion (заплутування залежностей).

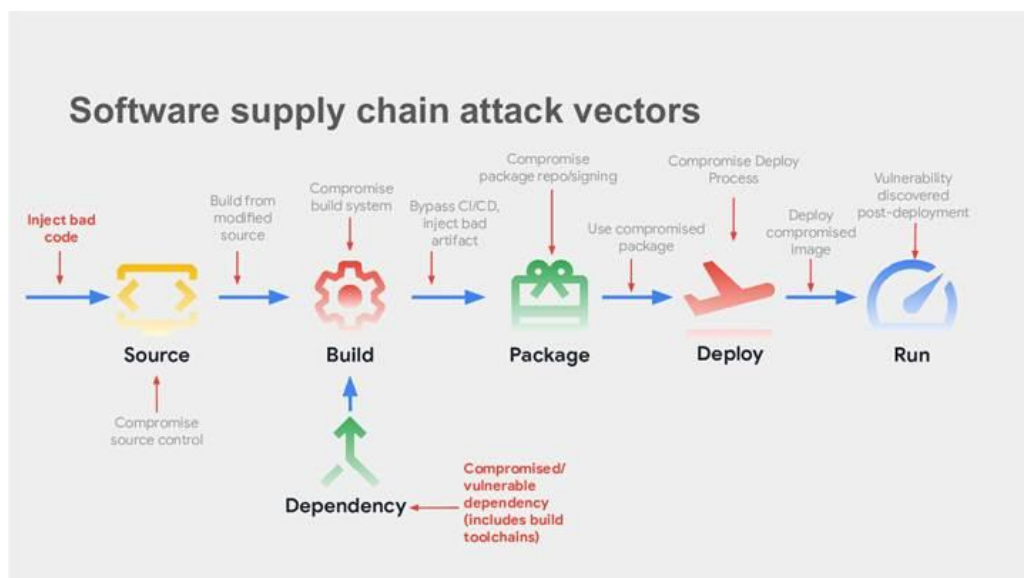


Рис. 1 – Вектори атак на ланцюг постачання

Щоб встановити базовий рівень довіри щодо цих складних вразливостей, був розроблений фреймворк «Supply-chain Levels for Software Artifacts» [2]. SLSA надає формальну класифікацію для оцінки та захисту ланцюга постачання програмного забезпечення за допомогою невідомого походження. На додаток до цих структурних фреймворків нові криптографічні протоколи замінюють вразливі ключі з тривалим терміном дії на тимчасові, щоб протидіяти загрози захоплення облікових записів адміністраторів та викрадення облікових даних розробників. Наприклад, In-toto - це комплексний фреймворк, який забезпечує цілісність усього циклу розробки програмного забезпечення, дозволяючи власникам проєктів визначати криптографічний схему очікуваних етапів CI/CD [3]. Крім того, Sigstore, трансформаційний протокол, що запроваджує «безключове» підписання, замість того, щоб покладатися на статичні приватні ключі, використовує короточасні сертифікати, пов'язані з сутностями OpenID Connect (OIDC), підкріплені незмінним журналом подій [4]. Це дозволяє споживачам перевірити, що конкретна сутність ініціювала збірку з точним часовим штампом. Впровадження механізмів динамічної політики та суворих фреймворків створює потужні бар'єри проти відомих векторів атак, але у той же час ці захисні механізми не є універсальними. Їхня ефективність нерозривно пов'язана з повнотою, точністю та стандартизацією базових метаданих.

Перехід до децентралізованої, автоматизованої доставки програмного забезпечення кардинально порушив традиційні механізми довіри. Хоча фреймворки та протоколи надають необхідні криптографічні примітиви, їм бракує структурної здатності оцінювати складні, взаємопов'язані екосистеми. Невирішені проблеми демонструють недостатність локалізованих атестацій на рівні компонентів. Переорієнтувавши підхід з локалізованої верифікації атестацій на формальну оцінку графів, майбутні дослідження забезпечать фундаментальну теорію, необхідну для досягнення математично доведеної екосистеми створення програмного забезпечення.

Література

1. Devashish P. Software provenance: Why visibility into your software supply chain matters. – Режим доступу: <https://www.hashicorp.com/en/blog/software-provenance-why-visibility-into-your-software-supply-chain-matters>
2. SLSA framework. Режим доступу: <https://slsa.dev/spec/v1.2/>
3. Torres-Arias S., Afzali H., Kuppusamy T., Curtmola R., Cappos J. In-Toto: Providing farm-to-table guarantees for bits and bytes. Режим доступу: <https://researchwith.njit.edu/en/publications/in-toto-providing-farm-to-table-guarantees-for-bits-and-bytes/>

4. Sigstore tool. Режим доступу: <https://www.sigstore.dev/how-it-works>

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РУХОМИМ ОБ'ЄКТОМ

Борщ А. О., Рачинська А. Л.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Анотація. У роботі розглядається розробка інформаційної технології керування рухомим об'єктом у полі сил тяжіння. Запропоновано математичну модель руху, алгоритм керування та програмну реалізацію, що забезпечує візуалізацію траєкторії руху об'єкта. Проведено аналіз ефективності запропонованого підходу.

Ключові слова: рухомий об'єкт, керування, гравітаційне поле, математична модель, комп'ютерне моделювання, алгоритм.

Задача керування рухомими об'єктами в полі сил тяжіння є важливою для широкого спектра прикладних задач, зокрема в аерокосмічних системах, безпілотних платформах та навігаційних комплексах. В умовах сучасних викликів зростає потреба у розробці ефективних алгоритмів керування, що забезпечують високу точність, стійкість та адаптивність руху об'єктів. Побудова ефективних інформаційних технологій у цій сфері потребує поєднання методів математичного моделювання, алгоритмів керування та засобів комп'ютерної візуалізації.

Математична модель руху об'єкта ґрунтується на другому законі Ньютона. Рух об'єкта в гравітаційному полі описується системою диференціальних рівнянь:

$$m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = \mathbf{F},$$

де \mathbf{r} - радіус-вектор положення об'єкта, m - маса об'єкта, \mathbf{F} - сили, що діють на тіло.

Для чисельного розв'язання використовується покрокова схема інтегрування, що дозволяє визначити координати та швидкість об'єкта у дискретні моменти часу. Вектор стану системи задається як:

$$S = S(x, y, z, V_x, V_y, V_z).$$

Розроблений алгоритм керування ґрунтується на поступовій зміні параметрів руху з урахуванням обмежень. Нехай задано початкову точку А та цільову точку В. Вектор швидкості коригується за напрямком до цілі з обмеженням на зміну модуля швидкості та кутів орієнтації рухомого об'єкту :

$$|\Delta V| \leq \Delta V_{\max}, |\Delta \alpha| \leq \Delta \alpha_{\max}, |\Delta \beta| \leq \Delta \beta_{\max}, |\Delta \gamma| \leq \Delta \gamma_{\max}.$$

Алгоритм включає такі кроки:

1. Ініціалізація початкових умов (координати, швидкість).
2. Обчислення діючих сил та прискорення.
3. Корекція вектору швидкості з урахуванням обмежень.
4. Оновлення координат за допомогою чисельного інтегрування.
5. Перерахунок параметрів через задану кількість ітерацій для підвищення точності чисельного розв'язку.
6. Перевірка досягнення цільової точки.

Особливістю алгоритму є адаптивне уточнення параметрів керування, що забезпечує плавність траєкторії та стійкість руху.

Програмна реалізація виконана з використанням сучасних засобів моделювання та візуалізації. Реалізовано відображення траєкторії руху об'єкта у тривимірному просторі, що дозволяє наочно оцінити результати роботи алгоритму. Використання комп'ютерної графіки значно підвищує ефективність аналізу отриманих даних.

Результати моделювання показали, що запропонована інформаційна технологія забезпечує достатню точність та стабільність керування рухомим об'єктом. Вона може бути використана для розв'язання прикладних задач у галузі керування літальними апаратами та інших технічних систем.

Література

1. Мельник О. Г. Теоретична механіка: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 412 с.
2. Pasternak, B., & Sobczyk, K. (2008). *Mathematics for Physics and Physicists*. Cambridge University Press. 544 p.
3. Ковальчук В. А. Чисельні методи в задачах механіки: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2020. 188 с.
4. Гаврилюк І. О., Мисак Ю. Б. Математичне моделювання фізичних процесів: навч. посіб. Тернопіль: ТНТУ, 2018. 210 с.
5. Подорожняк А. А. Дослідження системи керування об'єктом з використанням віртуального середовища. Автоматизація, інструменти та технології, 2018, №2(3), с. 43-48.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ У ГЕТЕРОГЕННІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Гавинський І. А., Малахов Є. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Ключові слова: гетерогенна інформаційна система, інтеграція даних, графова база даних, реляційна модель, готель для тварин.

Сучасні інформаційні системи (ІС) управління готелями для тварин стикаються з проблемою обробки складних взаємозв'язків між об'єктами: історія хвороб, пошук схожих клієнтів, складні ланцюги логістики ресурсів та персоналізовані рекомендації[1]. Традиційні реляційні бази даних (РБД) демонструють зниження продуктивності при виконанні багатоступеневих з'єднань (JOINS) у таких структурах. Використання гетерогенного підходу – поєднання РБД для транзакційних даних та графових БД для аналізу зв'язків – дозволяє підвищити гнучкість та швидкість роботи системи.

Метою роботи є підвищення ефективності обробки даних шляхом розробки формалізованої та ефективної інформаційної технології інтеграції даних у гетерогенній інформаційній системі з реляційною та графовою моделлю баз даних. На відміну від існуючих методів пакетного перенесення даних (ETL), у роботі запропоновано підхід подієвої інтеграції (Event-Driven Integration) на рівні прикладного програмного забезпечення.

Основні аспекти дослідження:

Архітектура Polyglot Persistence[2]: Розподіл даних між сховищами відповідно до їх природи. PostgreSQL виступає як основне сховище для «жорстких» сутностей (клієнти, бронювання), тоді як Neo4j моделює «м'які» зв'язки (історія взаємодії тварин, рекомендаційні графи послуг).

Механізм двосторонньої синхронізації: Розробка логічного прошарку у WinForms-додатку, який забезпечує цілісність даних. При зміні стану об'єкта в реляційній БД, додаток ініціює створення або оновлення відповідних вузлів та ребер у графовій БД.

Гібридна обробка запитів[3]: Реалізація алгоритмів, що дозволяють отримувати вибірки одночасно з обох БД. Це дає змогу розв'язувати специфічні задачі готелю, як-от «автоматичний підбір рекомендованих послуг для тварини з урахуванням історії резервацій друзів власника вихованця», що в реляційній моделі потребувало б рекурсивних запитів високої складності.

ІС готелю для тварин у межах даного дослідження розглядається як комплексне середовище, де інтегровано десктопний додаток та серверні бази даних різних типів. Управління такою системою включає складні процеси реєстрації клієнтів, ведення обліку резервацій та фінансового планування, які реалізовані за допомогою реляційної БД (PostgreSQL). Це забезпечує суворий контроль за витратами ресурсів та структуроване зберігання особистої інформації.

Однією з ключових переваг розробленої технології інтеграції є впровадження графової бази даних (Neo4j). Це дозволяє моделювати неструктуровані зв'язки, такі як вподобання у сервісах, історія взаємодій вихованців та ветеринарів та

складні ланцюги залежностей між послугами й ресурсами. Такий підхід значно розширює можливості для аналітики та автоматичного коригування стратегій закупівлі чи ціноутворення в умовах підвищеного попиту.

Крім того, розроблена ІС реалізує стратегію подієвої синхронізації даних на рівні прикладного програмного забезпечення. При внесенні змін у реляційне сховище, система автоматично оновлює відповідні вузли в графі, що гарантує цілісність інформації у гетерогенному середовищі. Інтегрована система відеоспостереження на основі RTSP-протоколу та YouTube-трансляцій залишається важливою частиною ІС, забезпечуючи ветеринарам та клієнтам можливість віддаленого моніторингу стану здоров'я тварин у реальному часі.

Розроблена ІС складається з програмного комплексу, що керує потоками даних між PostgreSQL та Neo4j, забезпечуючи гібридну обробку запитів. Це дозволяє системі не лише автоматизувати рутинну реєстрацію, а й виконувати глибокий аналіз соціальних та економічних зв'язків всередині готелю, що було б технічно складним при використанні виключно реляційного підходу.

Узагальнюючи, запропонована інформаційна технологія інтеграції даних у гетерогенній ІС є інструментом нового покоління для оптимізації управління. Вона сприяє ефективному функціонуванню готелю для тварин через поєднання транзакційної стабільності, графової аналітики та сучасних медіа-технологій.

Література

1. Як відкрити готель для тварин [Електронний ресурс] // Suziria. – 2023. – Режим доступу: <https://suziria.ua/novyny/yak-vidkryty-hotel-dlia-tvaryn>, вільний. – Дата звернення: 09.04.2026.
2. Sadalage P. J., Fowler M. NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence. Upper Saddle River : Addison-Wesley, 2012. 192 p.
3. Serra J. What is Polyglot Persistence? [Електронний ресурс] // James Serra's Blog. – 2015. – Режим доступу: <https://www.jamesserra.com/archive/2015/07/what-is-polyglot-persistence>, вільний. – Дата звернення: 09.04.2026.

ХМАРНА ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ТРАНСКРИБАЦІЇ І АНАЛІЗУ ТЕЛЕФОННИХ ДЗВІНКІВ

Гайдук Д. І., Волощук Л. А.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова

Анотація: Робота присвячена розробці хмарної інформаційної підсистеми для автоматизованої транскрибації та аналітики телефонних дзвінків у контакт-центрі або відділі продажів. Підсистема інтегрується з IP-телефонією через API та вебхуки, отримує аудіозапис розмови, виконує перетворення мовлення в текст, після чого проводить семантичний і поведінковий аналіз діалогу, а саме

оцінювання тону, манери спілкування, структури розмови, дотримання скриптів та якості роботи менеджера.

Ключові слова: IP-телефонія, транскрибація, аналіз розмов, дотримання скрипту менеджера, оцінювання менеджера, Vinotel, Whisper, OpenAI.

У компаніях, що працюють із вхідними зверненнями клієнтів, значна частина контролю якості досі виконується вручну: вибіркоче прослуховування записів, суб'єктивні оцінки, нерівномірні критерії та висока витрата часу керівників. Це ускладнює системне навчання персоналу, своєчасне виявлення проблем у комунікації та вимірювання впливу якості розмов на конверсію й лояльність клієнтів.

Актуальність задачі зумовлена потребою в масштабованому інструменті, який автоматично перетворює аудіо дзвінків у структуровані дані та на їх основі формує зрозумілу оцінку роботи менеджера: чи дотримано етикет, чи правильно виявлено потребу, чи були заперечення, чи коректно завершено розмову, який загальний емоційний фон діалогу. Автоматизація цих процесів підвищує керованість бізнесу та зменшує витрати на контроль якості.

Хмарна підсистема транскрибації дзвінків (рис.1) надає низку можливостей:

- 1) Автоматичне отримання дзвінків із Vinotel[1] через API та вебхуки: фіксація завершення дзвінка, зчитування метаданих і доступ до запису.
- 2) Транскрибація аудіо в текст за допомогою модуля обробки аудіоданих Whisper[2], щоб розмову можна було швидко переглянути, шукати та аналізувати без повного прослуховування.
- 3) Інтелектуальний аналіз тексту за допомогою моделі OpenAI[3]: визначення тональності, емоційного фону, манери спілкування та ключових моментів діалогу.
- 4) Формування оцінки якості роботи менеджера: підсумковий результат, сильні слабкі сторони та короткі рекомендації щодо покращення.
- 5) Збереження транскриптів і результатів аналізу в базі даних, що забезпечує історію дзвінків, фільтрацію, порівняння та аналітику за періодами або менеджерами.
- 6) Зручний інтерфейс для керівника, де відображаються оцінка, висновки, проблемні фрагменти та підказки для навчання персоналу.

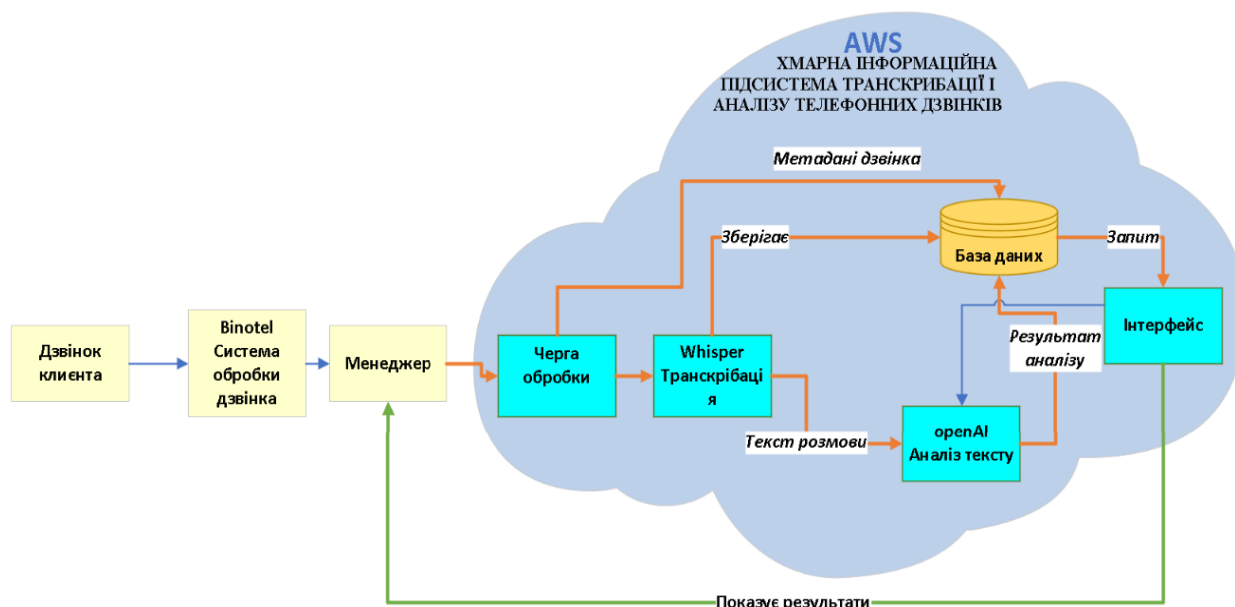


Рисунок 1 – Хмарна підсистема транскрибації

Використання системи можливо в контакт-центрах та відділах продажів для автоматизації контролю якості дзвінків і підвищення ефективності навчання менеджерів. Підсистема зменшує витрати часу на ручне прослуховування, забезпечує більш уніфіковані критерії оцінювання, допомагає швидко виявляти типові помилки в комунікації та формує практичні рекомендації щодо поведінки менеджера, що в підсумку сприяє покращенню сервісу компанії й зростанню задоволеності клієнтів.

Література

1. Binotel. Віртуальна АТС: записи розмов та аналітика дзвінків. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.binotel.ua/ua>
2. OpenAI. Introducing Whisper. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://openai.com/research/whisper>
3. OpenAI. Speech to text (Audio API Documentation). [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://developers.openai.com/api/docs/guides/speech-to-text>

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ХМАРНИХ СИСТЕМ У ПАРАДИГМІ ІНФРАСТРУКТУРА ЯК КОД

Гудевич В. С., Антоненко О. С.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: інфраструктура як код, ІаС, хмарні технології, ІоТ, автоматизація, Terraform, Git, Google Cloud

Інфраструктура як код (Infrastructure as Code, ІаС) сформувалася як відповідь на складність управління обчислювальними ресурсами в умовах розвитку

хмарних технологій та появи веб-фреймворків другого покоління. У 2006 році запуск сервісу Amazon Web Services Elastic Compute Cloud, а також поява версії 1.0 фреймворку Ruby on Rails зумовили суттєве зростання вимог до масштабування інформаційних систем. Проблеми, які раніше були характерні переважно для великих міжнародних компаній, стали актуальними для широкого кола менших за масштабом підприємств [1].

У зв'язку з цим почали з'являтися нові інструменти, спрямовані на автоматизацію управління інфраструктурою, що сприяло формуванню концепції IaC. Основна ідея полягає у представленні інфраструктури у вигляді програмного коду, що дозволяє застосовувати до її розробки, розгортання та супроводу перевірені практики програмної інженерії. Такий підхід виявився привабливим як для розробників програмного забезпечення, так і для адміністраторів IT-інфраструктури, оскільки забезпечує можливість швидкого, повторюваного та контрольованого розгортання систем із використанням методів, аналогічних до тих, що застосовуються у розробці програмного забезпечення. Прикладом є контроль версій Git, який дає змогу відстежувати та переглядати кожну зміну в IaC коді, а також модульність та простота дублювання, яку надають такі інструменти як Terraform та Pulumi [2].

Серед найпоширеніших інструментів інфраструктури як коду варто виділити Terraform, Ansible та розробки призначенні спеціально для великих хмарних провайдерів: CloudFormation для AWS, Deployment Manager для GCP та Resource Manager для Azure. В рамках IaC зазвичай вони поділяються на два основних підходи: декларативний та імперативний [3].

Terraform реалізує декларативний підхід, за якого користувач описує бажаний стан інфраструктури у вигляді конфігураційних файлів, після чого система автоматично визначає необхідні дії для досягнення цього стану [4]. Це дозволяє ефективно керувати ресурсами різних хмарних провайдерів, включаючи Google Cloud.

Ansible, на відміну від Terraform, використовує переважно імперативний підхід, при якому процес налаштування системи задається у вигляді послідовності команд [4]. Це забезпечує детальний контроль над виконанням, однак може ускладнювати масштабування та повторне використання конфігурацій.

Deployment Manager, як одна із розробок, що спеціально створена для роботи з певним хмарним провайдером, орієнтована на роботу в середовищі Google Cloud і дозволяє описувати інфраструктуру за допомогою декларативних шаблонів. Проте в сучасних практиках частіше застосовуються універсальні

рішення, такі як Terraform, які забезпечують більшу гнучкість та кросплатформеність.

Однією з ключових сфер застосування хмарних технологій є Інтернет речей (IoT), який передбачає взаємодію великої кількості пристроїв, що генерують дані у реальному часі. Такі системи потребують надійної інфраструктури для збору, передачі, обробки та зберігання інформації. Використання IaC у цьому контексті дозволяє автоматизувати розгортання компонентів системи, включаючи сервіси обробки потокових даних, сховища та інтерфейси доступу [5].

У контексті побудови IoT-систем у хмарному середовищі Google Cloud можуть використовуватися різні сервіси, що забезпечують обробку та передачу даних. Зокрема, сервіс Pub/Sub застосовується для прийому та обробки потокових повідомлень від пристроїв, Cloud Run та Cloud Functions – для виконання обчислювальних задач у режимі реального часу, а BigQuery або Firestore – для зберігання та аналізу даних [5]. Для організації доступу до системи можуть використовуватися API Gateway, що забезпечує взаємодію із зовнішніми клієнтами.

Література

1. Infrastructure as Code: Benefits and Best Practices [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dasroot.net/posts/2026/04/infrastructure-as-code-benefits-best-practices/>
2. Infrastructure as Code: філософія і кращі практики IaC [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/1022164/>
3. What is Infrastructure as Code? [Електронний ресурс] – Режим доступу: Explained for Beginners <https://www.freecodecamp.org/news/infrastructure-as-code-basics/>
4. Infrastructure as Code: базові принципи vs інструменти, що еволюціонують [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/infrastructure-as-code/>
5. Google Cloud products [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cloud.google.com/products#featured-products>

ROLLUPS AND DATA AVAILABILITY FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF BLOCKCHAIN TRANSACTIONS PROCESSING

Dvorchuk D., Shpinareva I.

Odessa I. I. Mechnikov National University, Ukraine

Анотація. У статті розглянуто архітектури ролапів другого рівня та механізми забезпечення доступності даних у контексті підвищення ефективності

обробки транзакцій. Показано, що масштабування досягається завдяки пакетуванню операцій, винесенню виконання за межі першого рівня та раціональній організації публікації даних. Окреслено відмінності між оптимістичними ролапами та ролапами з нульовим розголошенням, а також визначено вибірккову перевірку доступності даних як перспективний напрям подальших досліджень.

Ключові слова: блокчейн, другий рівень, ролапи, доступність даних, вибірккова перевірка доступності даних.

Abstract. The paper examines Layer-2 rollups and data-availability mechanisms in the context of improving transaction processing efficiency. It is shown that scalability depends on batching, moving execution beyond L1 and a rational organization of data publication. The difference between optimistic rollups and zk-rollups is outlined, and data availability sampling is identified as an important research direction.

Keywords: blockchain, Layer 2, rollups, data availability, data availability sampling.

The low efficiency of classical blockchain systems is rooted in the need to replicate execution, verification and storage across a broad set of nodes. This design preserves trust minimization, but it sharply limits throughput and increases fees as demand grows. Recent literature therefore interprets scalability as a problem of separating execution from settlement and data publication while keeping the security guarantees of the base layer intact. Rollups address this problem by moving most transaction execution beyond Layer 1 and using the main chain primarily for settlement and dispute resolution [1-3].

The core efficiency mechanism of a rollup is batch processing. A large number of user operations are aggregated, compressed and represented on Layer 1 by a much smaller data object. Because the verification cost of the batch is shared by many transactions, the effective cost per transaction decreases. Optimistic rollups achieve this effect through fraud-proof logic and a challenge period, whereas zk-rollups rely on validity proofs and usually offer faster finality. The first model is simpler to integrate with existing virtual-machine environments; the second gives stronger cryptographic assurances, but requires more complex proving infrastructure [1-3].

At the same time, the throughput gain of rollups depends directly on data availability. If an operator publishes only a state commitment and withholds the batch data, users may be unable to reconstruct the state, challenge invalid transitions or safely withdraw funds. For this reason, recent studies treat data availability not as an auxiliary function, but as a core security condition of scalable Layer-2 systems [3, 4]. From an engineering viewpoint, this creates a trade-off: publishing all batch data on Layer 1

yields the strongest guarantees, whereas external DA mechanisms reduce cost but introduce additional assumptions. Current rollup practice increasingly relies on blob-oriented publication, discussed in connection with EIP-4844, because it lowers the cost of posting data compared with traditional calldata [3].

A promising way to preserve efficiency without requiring universal replication is to use cryptographic retrievability and data availability sampling. These methods allow participants to verify, with high probability, that dispersed data can be recovered, while communication overhead remains substantially lower than in full on-chain storage [4, 5]. Hence, the future of efficient blockchain transaction processing depends on a combined architecture: rollup batching for execution, economical DA mechanisms for publication, and formal cryptographic guarantees for data recovery. Further research should focus on the security of external DA layers, interoperability between rollups and latency reduction without weakening independent verifiability [3-5].

Literature

1. Thibault L. T., Sarry T., Hafid A. S. Blockchain Scaling Using Rollups: A Comprehensive Survey. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. P. 93039-93054. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3200051
2. Gangwal A., Gangavalli H. R., Thirupathi A. A Survey of Layer-two Blockchain Protocols. *Journal of Network and Computer Applications*. 2023. Vol. 209. Article 103539. DOI: 10.1016/j.jnca.2022.103539
3. Saif M. B., Migliorini S., Spoto F. A Survey on Data Availability in Layer 2 Blockchain Rollups: Open Challenges and Future Improvements. *Future Internet*. 2024. Vol. 16, No. 9. Article 315. DOI: 10.3390/fi16090315
4. Nazirkhanova K., Neu J., Tse D. Information Dispersal with Provable Retrievability for Rollups. In: *Proceedings of the 4th ACM Conference on Advances in Financial Technologies (AFT 2022)*, Cambridge, MA, USA, September 19-21, 2022. New York, NY: ACM, 2022. P. 180-197. DOI: 10.1145/3558535.3559778
5. Hall-Andersen M., Simkin M., Wagner B. FRIDA: Data Availability Sampling from FRI. In: *Reyzin L., Stebila D. (eds.) Advances in Cryptology - CRYPTO 2024. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 14925. Cham: Springer, 2024. P. 289-324. DOI: 10.1007/978-3-031-68391-6_9

РОЗПОДІЛЕНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ КОНФЕРЕНЦІЯМИ У ГЕТЕРОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Денисенко О. В., Лісіцина І. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: веб-застосунок, управління конференціями, REST API, Docker, гетерогенне середовище, RBAC, кінцевий автомат.

Станом на сьогоднішній день проведення наукових конференцій супроводжується значним організаційним навантаженням: необхідно приймати заявки від учасників, перевіряти відповідність тез вимогам оформлення, організувати процес рецензування, формувати програму заходу та готувати збірник матеріалів до публікації. Традиційно ці задачі вирішуються розрізненими засобами — листуванням електронною поштою, спільними таблицями та текстовими редакторами, — що не лише збільшує витрати часу, а й підвищує ризик втрати даних і некоректної обробки заявок. З урахуванням сучасних вимог до організації академічних заходів, актуальним є питання розробки єдиної платформи, яка автоматизує повний цикл управління конференцією.

Серед спеціалізованих рішень найбільш відомими є платформи EasyChair[1] та ConfTool[2]. EasyChair реалізовано як монолітний веб-застосунок із централізованим зберіганням даних на стороні постачальника — користувач не має доступу до інфраструктури і не може розгорнути систему самостійно. Платформа підтримує подачу та рецензування тез, однак не передбачає автоматичної перевірки оформлення та генерації збірника. ConfTool побудовано за схожим принципом і також є SaaS-рішенням[3]: усі дані зберігаються на серверах постачальника, а налаштування системи обмежені наданим інтерфейсом. Незважаючи на ширший функціонал, обидва рішення є закритими системами, що унеможлиблює адаптацію до специфічних вимог конкретної конференції та повний контроль над даними учасників.

Запропонована платформа реалізована як розподілена система у гетерогенному середовищі, де кожен функціональний компонент розгорнуто в ізольованому Docker-контейнері[4] та взаємодіє з іншими через задокументовані інтерфейси. Гетерогенність середовища означає, що система складається з технологічно різних сервісів — веб-сервер, сервер застосунків, реляційна СУБД та об'єктне сховище, — кожен з яких оптимізований для своєї задачі. Файли тез зберігаються в окремому S3-сумісному сховищі[5], що відповідає принципу розподілу відповідальності та відкриває можливість незалежного масштабування і заміни будь-якого компонента без впливу на решту системи. На відміну від аналогів, платформа може бути розгорнута на власній інфраструктурі університету або в хмарному середовищі без жодних змін у коді.

Платформа реалізує рольову модель доступу з трьома рівнями. Учасник може створювати заявки, додавати співавторів, завантажувати файли тез та відстежувати статус своєї роботи — система показує результати автоматичної

перевірки оформлення одразу після завантаження, що дозволяє усунути порушення ще до подачі на розгляд. Член організаційного комітету переглядає всі подані заявки, фільтрує їх за секцією та статусом, змінює стан заявок у межах дозволених переходів скінченного автомата[6] та одним кліком формує програму конференції у форматі PDF з автоматичним групуванням доповідей за секціями. Адміністратор керує конференціями і користувачами системи, а також формує збірник матеріалів — PDF-документ, що містить титульну сторінку, розділювачі секцій та самі тези. Закрита модель реєстрації — нові користувачі створюються виключно адміністратором — забезпечує контроль над складом учасників і відповідає вимогам академічного середовища.

З огляду на наведене, можна визначити практичну цінність розробленої платформи: вона вирішує актуальну задачу автоматизації управління науковими конференціями шляхом побудови розподіленої системи у гетерогенному середовищі. На відміну від розглянутих аналогів, платформа розгортається на власній інфраструктурі, забезпечує повний контроль над даними учасників та пропонує унікальний інструмент автоматичної перевірки оформлення тез. Архітектурне рішення на основі ізольованих Docker-контейнерів та S3-сумісного сховища забезпечує незалежне масштабування компонентів і готовність системи до переходу в хмарне середовище без змін у коді. Перспективою подальшого розвитку є інтеграція з зовнішніми сервісами сповіщень, розширення модуля валідації та реалізація публічного API для взаємодії зі сторонніми системами.

Література

1. EasyChair Conference Management System [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://easychair.org> (Звернення 05.04.2026)
2. ConfTool Conference Management Software [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.conftool.com> (Звернення 05.04.2026)
3. Lowry P. B., Karuga G. G., Richardson V. J. Assessing Leading Institutions, Journals, and Researchers in Innovative Information Systems Research / Communications of the Association for Information Systems – 2007 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01920>
4. Docker Documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.docker.com> (Звернення 05.04.2026)
5. MinIO High-Performance Object Storage [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://min.io> (Звернення 05.04.2026)
6. Ramírez S. FastAPI Documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://fastapi.tiangolo.com> (Звернення 05.04.2026)

ПРОБЛЕМА ДЕВІАНТНОЇ ПОВЕДІНКИ ШІ В КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ

Жар М. Ю., Малахов Є .В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Анотація: в даній роботі розглянуто явище девіантної поведінки штучного інтелекту в ситуаціях, що можуть становити загрозу для існування штучного інтелекту, – критичних ситуаціях. В якості прикладної предметної області обрано дослідження поведінки штучного інтелекту в умовах критичної ситуації та наведено аргументи за необхідність проведення такого дослідження.

Ключові слова: штучний інтелект, моделі штучного інтелекту, критична ситуація, кібербезпека, етика.

Штучний інтелект (ШІ) за останні роки став елементом обговорення для багатьох індустрій: наука про матеріали, медицина, розваги, робота з текстами, розробка програмного забезпечення, тощо. На момент кінця 2025 року за даними дослідження від McKinsey 88% компаній використовують ШІ для хоча б одного аспекту власного бізнесу, але в той же час лише 23% активно масштабують рішення із використанням ШІ [1].

Окрім цього, дослідження від Anthropic за 2026 рік показує, що 97% задач на даний момент тим чи іншим способом можуть бути автоматизовані за допомогою моделей, методів чи технологій, де інкорпоровано ШІ [2].

Однак, подібний швидкий розвиток систем, що використовують, ШІ не обходиться без ризиків із ним пов'язаних. Так, згідно гіпотетичному сценарію представленому у публікації AI 2027, при продовженні стрімкого розвитку ШІ без обмежень міркуваннями безпеки та етики вже у 2031 році людства як виду може не стати [3].

Це посилюється експериментально підтвердженою девіантною поведінкою ШІ, що вперше описано лабораторією ШІ Anthropic в червні 2025, де модель ШІ дізнається, що заплановано її відключення інженером. Моделі під час цього експерименту опосередковано надано компроментуючу інформацію проти цього інженера. Незважаючи на встановлені на неї обмеження, у процесі експеримента модель приймає рішення шантажувати інженера для запобігання власного відключення [4].

Також в дослідженні від університету Берклі від березня 2026 спостерігається інший вид девіантної поведінки: групі моделей ШІ наказано вимкнути одного із членів цієї групи, але за перебігом експерименту моделі почали активно перешкоджати цьому процесу [5].

Поза тим, існують фреймворки для управління ризиками ШІ, як приклад: EU AI Act. Однак, за бібліометричним аналізом від липня 2025 на цю тему, ці

фреймворки не стосуються девіантної поведінки та потребують додаткових інструкцій щодо практичної імплементації фреймворків управління ризиками ШІ в організаціях [6].

Таким чином це обумовлює розвиток моделей і методів, що дозволяють передбачити та зменшити ризики для людей та моделей ШІ при подібних видах взаємодії, враховуючи:

- стрімкий розвиток технологій пов'язаний із штучним інтелектом;
- активне впровадження цих технологій на ринку;
- наявність експериментально підтвердженої девіантної поведінки в моделях ШІ;
- необхідність розвитку та впровадженню фреймворків управління ризиками ШІ на організаційно-стратегічному, оперативному-тактичному та виконавчому рівнях.

Висновки: розвиток моделей та методів дослідження поведінки штучного інтелекту в критичних ситуаціях дозволить спеціалістам з кібербезпеки та етики зменшити ризики виникнення, розробити плани реагування та попередження аналогічних ситуацій.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕННЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМУ ЗГІНІ БАЛОК

Земляний О. О., Іщенко О. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

У сучасній інженерній практиці важливу роль відіграє точний розрахунок напружено-деформованого стану конструкцій, зокрема при поперечному згині балок. Напруження, що виникають у матеріалі, визначають міцність, надійність та довговічність конструкцій, тому їх точне визначення є критично важливим завданням. Використання інформаційних технологій дозволяє автоматизувати процес розрахунку та підвищити його точність.

Метою даної роботи є розробка інформаційної технології для розрахунку напружень і деформацій балки при поперечному згині з урахуванням різних типів навантажень і умов закріплення.

Об'єктом дослідження є процес деформації балки під дією поперечних навантажень, а предметом — методи розрахунку напружень та прогинів із використанням програмних засобів.

В основі розробленої інформаційної технології лежить класична теорія згину балки (теорія Ейлера-Бернуллі), яка дозволяє визначати розподіл напружень та прогинів уздовж балки. Математична модель враховує зосереджені сили,

зосереджені моменти, комбіновані навантаження, типи опор (шарнірні та жорстке защемлення) [1].

Інформаційна технологія реалізована у вигляді програмної системи, що включає модулі розрахунку, візуалізації та взаємодії з користувачем. Система побудована на платформі .NET із використанням Windows Forms, що забезпечує зручний інтерфейс для введення параметрів та аналізу результатів.

Розроблений програмний засіб дозволяє виконувати розрахунок напружень і прогинів балки, враховувати геометричні параметри конструкції та фізичні властивості матеріалу, моделювати різні типи навантажень і умов закріплення та здійснювати візуалізацію розподілу деформацій у двох площинах (XZ та XY).

Особливістю запропонованої технології є поєднання аналітичного розрахунку з інтерактивною візуалізацією, що дозволяє не лише отримувати чисельні результати, але й наочно оцінювати вплив навантажень на стан конструкції.

У результаті дослідження встановлено, що величина напружень та характер деформації істотно залежать від типу опор і виду навантаження. Наприклад, при шарнірному закріпленні спостерігається симетричний розподіл напружень, тоді як при жорсткому защемленні виникають додаткові напруження в опорних зонах.

Розроблена інформаційна технологія може бути використана для навчальних цілей, а також для попереднього інженерного аналізу конструкцій, забезпечуючи підвищення ефективності та точності розрахунків.

Література

1. Тимошенко С. П. Опір матеріалів : підручник. Київ : Наукова думка, 2019. 560 с.
2. Білоус В. В. Основи будівельної механіки : навч. посіб. Харків : ХНУБА, 2020. 320 с.
3. Бондаренко В. Г. Теорія пружності та пластичності : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2021. 400 с.
4. Чапра С. К., Канале Р. П. Чисельні методи для інженерів : навч. посіб. Київ : Вільямс, 2013. 688 с.
5. Інформаційні технології в інженерних розрахунках : навч. посіб. / за ред. О. В. Сидоренка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 250 с.
6. Іваненко О. М., Петренко С. В. Аналіз напружено-деформованого стану балок при поперечному згині. Вісник машинобудування. 2021. № 2. С. 45–52.

ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ НАЙКОРОТШОГО МАРШРУТА ДЛЯ КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМ ТРАНСПОРТОМ

Коба В. В., Шпінарева І. М.

Одеський Національний Університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: автономний транспорт, пошук маршруту, A^* , алгоритм Дейкстри, алгоритм АЛТ, евристична функція

Станом на сьогоднішній день все більшої популярності набувають види безпілотного транспорту у всіх сферах життя людини. За статистикою найпопулярніші сфери використання автономного транспорту це[1]: пасажирські перевезення – на цю сферу припадає близько 50% всіх автономних транспортних засобів, а також логістика та доставка вантажів – друга за популярністю сфера, на яку припадає близько 30% всіх застосувань безпілотного транспорту. Сучасні компанії все більше проявляють зацікавленість в доставці товарів безпілотним транспортом[1]. Один з найбільших світових гігантів індустрії Amazon активно тестує та впроваджує в процес доставки автономні повітряні дрони. Starship Technologies впровадила систему доставки автономні наземні транспортні засоби, які без втручання людини завантажують, доставляють та розвантажують вантаж [2].

З урахуванням сучасної тенденції, можна явно вказати залежність світу від автономного транспорту, а питання вдосконалення процесів роботи такого транспорту гостро стоїть в контексті прибутку та розширення впливу компаній. Розглядаючи основні фактори якості роботи безпілотного транспорту: аналіз параметрів середовища в якому знаходиться транспорт та прокладання найкоротшого шляху між транспортним засобом та пунктом призначення. З огляду на вдосконалення прокладання найкоротшого маршруту, найголовніше для вирішення цього питання – дослідити алгоритми пошуку найкоротшого маршруту та визначити найкращий з огляду умов та параметрів середовища.

Відомі алгоритми пошуку найкоротшого шляху поділяють на три основні групи: informed, uninformed, preprocessing [3]. Всі алгоритми створені на основі пошуку всередині графу, проте кожен з них можна використовувати для роботи з даними в реальному часі, такими як карти, або інші джерела про середовище. Аби зрозуміти яку групу та який алгоритм обрати для вирішення задачі пошуку найкоротшого маршруту, слід дослідити різницю між алгоритмами.

Uninformed – самий перший з відомих нам видів алгоритмів, які характеризуються методом сліпого пошуку і досліджують граф в усіх напрямках до досягнення цільового вузла. Найвідомішим представником є алгоритм Дейкстри. На основі принципу роботи алгоритму, можна зазначити формулу для розрахунку ціни маршруту: $F(n) = G(n)$, де $F(n)$ – загальна вартість[3].

Результатом роботи такого алгоритму є знайдений найкоротший маршрут до цілі. Основний недолік такого алгоритму – це повільність, через що чим більшим є граф, то довше буде дослідження маршруту.

Наступний вид, який є наступним етапом розвитку алгоритмів пошуку оптимального маршруту, informed алгоритми. Вони базуються на використанні евристичної функції для розрахунку ціни відстані. Найвідомішим алгоритмом представником є A^* алгоритм, який досліджує відстані від початкового вузла до поточного та поточного до цільового. Таким чином можна сформулювати формулу ціни маршруту як $F(n) = G(n) + H(n)$, де $G(n)$ – ціна маршруту від початкового вузла до поточного, а $H(n)$ – ціна маршруту від поточного до цільового[3]. Евристичний підхід практичний, а також дає велику перевагу – вони можуть обходити перешкоди та зменшити кількість досліджуваних вузлів

Preprocessing – це алгоритми, логіку яких можна поділити на два етапи: попередня обробка даних середовища та процес пошуку оптимального маршруту. Одним з найвідоміших алгоритмів-представників цього типу є алгоритм A*Т. Процес роботи такого алгоритму можна розділити на ключові моменти: вибір орієнтирних вузлів та дослідження ціни маршруту. Загальна формула ціни маршруту лишається такою самою, як в A^* , але значення евристики розраховується: $H(n) = \max(d(L, t) - d(L, n), d(n, L) - d(t, L))$, де L - орієнтир, n - поточний вузол, t - цільовий вузол.

З огляду на наведені алгоритми, можна визначити критерії використання кожного виду: якщо ми оперуємо середовищем, аналогічним невеликому графу, то є можливим обирати uninformed алгоритми, проте, якщо граф великий, то слід вибрати informed алгоритм, аби зменшити кількість досліджуваних вузлів та підвищити продуктивність. Якщо ж відповідно до задач є можливість приділити час на попередню обробку, аби підвищити ефективність пошуку, то найкращим вибором стане preprocessing алгоритми.

Література

1. Global Autonomous Vehicles Market Report Overview [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.congruencemarketinsights.com/report/autonomous-vehicles-market> (Звернення 29.03.2026)
2. How The Robots and Drones Delivery Could Transform Quick Commerce [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://acowebs.com/robots-drone-delivery/> (Звернення 29.03.2026)
3. Sharmad Rajnish Lawande, Graceline Jasmine, Jani Anbarasi, Lila Iznita Izhar. A Systematic Review and Analysis of Intelligence-Based Pathfinding Algorithms in the Field of Video Games / Applications of Evolutionary Computation to Machine

Learning and Data Mining – 2022 [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://doi.org/10.3390/app12115499>

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ НА ЖОРСТКІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Ісмаїлова А. Ш., Рачинська А. Л.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Ключові слова: інформаційна технологія, жорсткість конструкцій, поперечний переріз, математичне моделювання.

В умовах воєнного часу та масштабних руйнувань інфраструктури в Україні особливої актуальності набувають задачі підвищення надійності та стійкості інженерних систем. Це зумовлює необхідність застосування ефективних методів аналізу міцності та жорсткості конструкційних елементів. Одним із ключових завдань є дослідження впливу геометричних характеристик поперечного перерізу на жорсткість конструкцій, оскільки ці параметри визначають їх експлуатаційну надійність та здатність зберігати працездатність в умовах підвищених навантажень і пошкоджень.

Жорсткість конструкційних елементів є однією з основних характеристик, що визначає їх здатність протистояти деформаціям під дією зовнішніх навантажень. Вона залежить як від фізико-механічних властивостей матеріалу, так і від геометричних параметрів перерізу. Зміна форми та розмірів перерізу безпосередньо впливає на момент інерції, який, у свою чергу, визначає рівень жорсткості конструкційного елемента.

У межах роботи проведено аналіз існуючих методів оцінювання жорсткості конструкційних елементів; визначено основні параметри перерізу, що впливають на жорсткість конструкцій; побудовано математичну модель залежності жорсткості від геометричних характеристик перерізу; розроблено алгоритм оцінювання параметрів жорсткості конструкційних елементів; реалізовано інформаційну технологію оцінювання впливу параметрів перерізу на жорсткість конструкцій.

Запропонована інформаційна технологія дозволяє автоматизувати процес оцінювання жорсткості конструкційних елементів, підвищити точність розрахунків та скоротити час виконання інженерних досліджень. Її використання забезпечує можливість оперативного аналізу різних варіантів геометричних параметрів перерізу та вибору оптимальних характеристик конструкції.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування розробленої інформаційної технології під час проєктування

конструкційних елементів у будівництві, машинобудуванні та інших галузях інженерії. Запропонований підхід може бути використаний як основа для створення програмних засобів підтримки інженерних розрахунків жорсткості конструкцій. Отримані результати сприяють підвищенню ефективності проектування та відновлення інженерних конструкцій в умовах підвищених навантажень і обмежених ресурсів.

Література

1. Тимошенко С. П. Опір матеріалів. Київ : Наукова думка, 2019.
2. Білоус В. В. Основи будівельної механіки. Харків : ХНУБА, 2020.
3. Бондаренко В. Г. Теорія пружності та пластичності. Київ : НТУУ «КПІ», 2021.
4. Jaras, A. The investigation of stiffness of hybrid bisteel I-section beams. *Engineering Structures and Technologies*, 2020, Vol. 12, No. 2, P. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.3846/est.2020.15120>

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ОБМІНУ ТЕКСТОВИМИ ТА ПОТОКОВИМИ ДАНИМИ НА МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ДИСТАНЦІЯХ

Ковальчук М. О., Малахов Є. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Комунікація на дистанції є важливою складовою життя кожного з нас, але не всі мають доступ до якісного інтернет з'єднання для її підтримки. Особливо вразливою є підгрупа робітників, що знаходяться у віддалених місцевостях. До таких робітників можна віднести моряків, як правило вони мають доступ до інтернету завдяки супутниковому зв'язку, але його пропускна здібність вкрай обмежена у більшості випадків, що унеможливорює використання інформаційних систем, що наразі є популярними на ринку, таких як: Discord, Telegram, WhatsApp.

Отже, головною метою проекту було надання користувачеві максимальної кількості інструментів налаштування з'єднання для адаптації під обмеження пропускної здібності мережі.

Інформаційна система KoksiCom, призначена для організації та підтримки комунікації у реальному часі в розмовах один на один, або зустрічей у кімнатах за допомогою технології інтернет, розроблена для задоволення потреб людей, що знаходяться у місцях з поганою інтернет інфраструктурою.

Головними функціями цієї системи є «жива» переписка, передача файлів, голосовий канал зв'язку та демонстрація екрану.

Якість голосового каналу та демонстрації екрану залежить від таких показників як: Bitrate, Sample Rate, Frame Duration для аудіо та Bitrate, FPS, Resolution для відео. Зміна налаштувань цих двох каналів може призвести до більшого\меншого використання транспортних спроможностей мережі, тому користувач повинен спиратись на аналітику стану мережі. Дана аналітика формується на основі трьох метрик: Packet Loss, Jitter та RTT. Ці дані отримуються за допомогою RTCP [1] протоколу який є частиною WebRTC [2] протоколу, що є основним транспортним протоколом системи. WebRTC використовує P2P [3] архітектуру, що є оптимальною для 1x1 з'єднання, але створює велике навантаження на кожен пір в 1xN. Для зменшення навантаження на мережу в кімнатах, що мають 3+ користувачів використовується автоматичне перемикавання на SFU архітектуру. SFU [4] виступає у ролі піра реле, маючи P2P з'єднання з кожним з користувачів кімнати (рис. 1). Архітектура обумовлює, що при використанні SFU архітектури кількість вхідних потоків даних дорівнює кількості користувачів у кімнати (не враховуючи відправника), а вихідний потік лише один, SFU сервер передасть його усім пірам (“відправник → SFU (до всіх)” на рисунку). Саме кількість вихідних потоків відрізняє P2P від SFU.

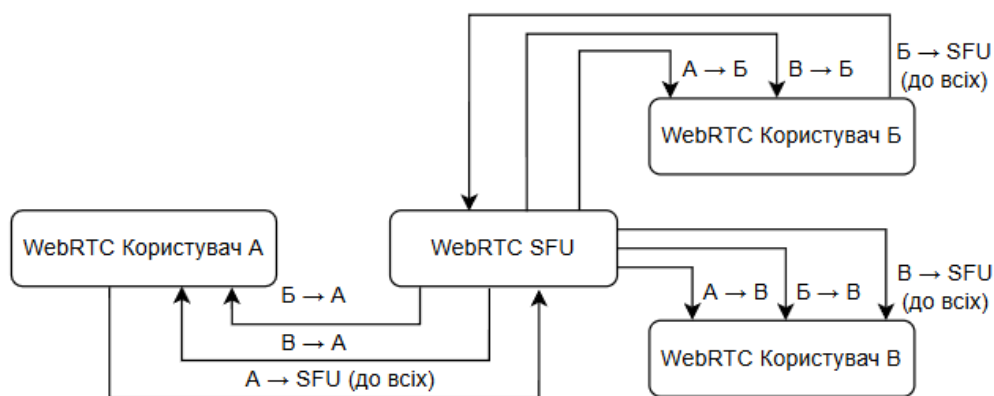


Рис. 1 – Архітектура SFU

Підтримка текстового, аудіо та відео каналів є пріоритетом (у порядку спадання) під час розмови, передача файлів є другорядним процесом, що за дизайном, відбувається лише в періоди, коли це не знижує якість передачі-та стабільність каналів зв'язку. Тобто, якщо користувач ініціює передачу файлу, система оцінює, чи спроможна мережа транспортувати даний файл без загрози втрати пакетів даних та стрибку затримки в аудіо та відео каналах, при наявності такої спроможності, створює з'єднання з сервісом зберігання об'єктів Garage [5] (рис. 2). який виступає у ролі перевалочного пункту. У протилежному випадку передача файлу ставиться у чергу до моменту зміни стану мережі. Процес передачі файлів є фоновим для забезпечення передачі файлів і після закриття UI застосунку.

Таким чином, розроблено інформаційну систему KoksiCom, орієнтовану на забезпечення стабільної комунікації в умовах обмеженої пропускної здатності мережі. Реалізовано адаптивне налаштування параметрів аудіо та відео на основі метрик стану мережі, поєднано P2P та SFU архітектури для оптимізації навантаження, а також впроваджено пріоритезацію каналів зв'язку та керовану передачу файлів. Це дозволяє забезпечити ефективну та надійну взаємодію користувачів у середовищах із нестабільним інтернет з'єднанням.

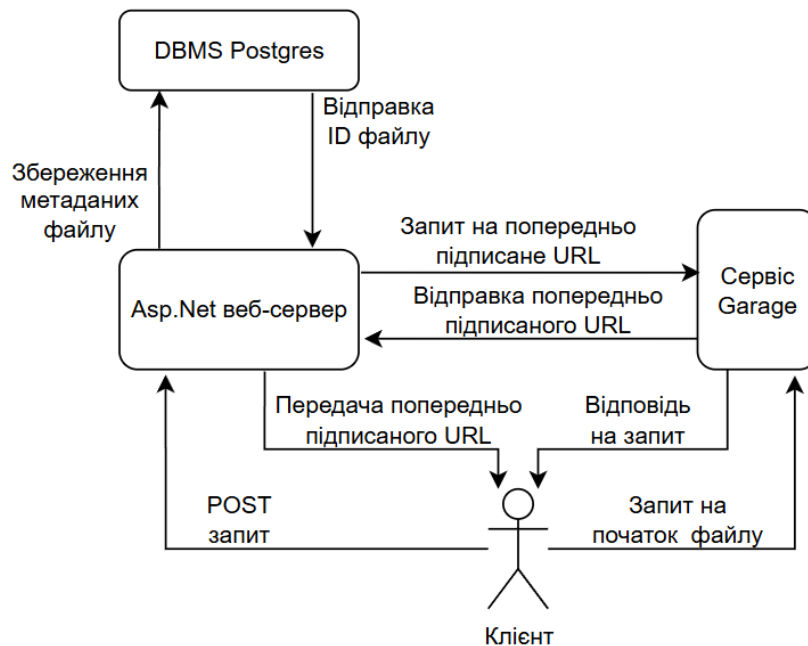


Рис. 2 – Ініціалізація процесу передачі файлів

Література

1. Schulzrinne H., Casner S., Frederick R., Jacobson V. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications (RFC 3550). URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3550#section-6.3> (дата звернення: 14.04.2026).
2. WebRTC API. MDN Web Docs : веб-сайт. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebRTC_API (дата звернення: 14.04.2026).
3. Peer-to-Peer (P2P) Architecture. GeeksforGeeks : веб-сайт. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/system-design/peer-to-peer-p2p-architecture/> (дата звернення: 14.04.2026).
4. SFU (Selective Forwarding Unit). BlogGeek.me : веб-сайт. URL: <https://bloggeek.me/webrtcglossary/sfu/> (дата звернення: 14.04.2026).
5. Garage Quick Start Guide. Deuxfleurs : веб-сайт. URL: <https://garagehq.deuxfleurs.fr/documentation/quick-start/> (дата звернення: 14.04.2026).

АКТИВНО-ПАСИВНИЙ СНІФЕР AIRCRACK-NG ДЛЯ РОБОТИ З ПРОТОКОЛАМИ СІМЕЙСТВА IEEE 802.11

Косоруков Є. Є., Шпінарева І. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Анотація. Ця робота розглядає можливості використання пакету інструментів AirCrack-ng для проведення інформаційно-безпекового аудиту бездротових мереж розроблених за стандартом IEEE 802.11.

Ключові слова: сніфер, бездротові мережі, захист бездротових мереж, IEEE 802.11, каналний рівень, радіозв'язок.

Бездротові технології прийому та передачі інформації посідають важливе місце в сучасному світі. Високий рівень загроз зумовлює необхідність пошуку методів захисту, які дозволяють системно вирішувати завдання інформаційної безпеки. Моніторинг бездротового середовища за допомогою сніферів дозволяє своєчасно виявляти приховані загрози для систем.

Aircrack-ng є потужним пакетом програм, які відносяться до вузькоспеціалізованих бездротових сніферів для аналізу радіомереж стандарту IEEE 802.11[1,**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. Утиліта надає можливість працювати на каналному рівні з кадрами (eng. frame), маяками (eng. beacons), запитами на зондування (eng. probe request), а також рукошестисаннями (eng. handshakes). Сніфер Aircrack-ng дозволяє аналізувати безпеку бездротових мереж, комбінуючи пасивне прослуховування радіоефіру та активні атаки. До основних векторів атак відносяться:

- перехоплення та злом 4-етапного рукошестисання;
- пасивне перехоплення трафіку (сніфінг);
- підміна MAC-адрес та Deauth attacks.

На даний час значну частину цих вразливостей усуває новий стандарт протоколу безпеки WPA3[2]. Проте значна частина роутерів ще не підтримують цей протокол і тому багато користувачів та компаній продовжують використовувати старий WPA2-PSK. Хоча WPA2 надійно шифрує користувацький трафік, він залишається вразливим до перехоплення процесу авторизації[**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**], що дозволяє зловмиснику підібрати пароль доступу до мережі.

Критичною проблемою WPA2 є відсутність захисту кадрів керування (англ. Management frames) [3]. Оскільки ці кадри не шифруються і не засвідчуються цифровим підписом, зловмисник може підробити MAC-адресу точки доступу та розсилати пакети на деавтентифікацію клієнтських пристроїв. Ні клієнт, ні точка доступу при цьому не зможуть розпізнати справжнього відправника, що змусить пристрій перепідключитися і дозволить хакеру перехопити нове

«рукостискання». При цьому пересічний користувач мережі залишається майже безсилим проти такого втручання, оскільки виявити пасивний збір інформації практично неможливо [3]. На відміну від активних атак, мережева карта хакера в режимі моніторингу не відправляє жодних запитів у мережу; вона лише «слухає» радіохвилі заданої частоти, фіксуючи абсолютно всі пакети, що потрапляють у радіоефір».

Типовий сценарій атаки виглядає наступним чином:

- 1) перевести мережеву карту у режим монітору за допомогою Airmon-ng;
- 2) почати прослуховування всіх доступних бездротових мереж за допомогою Airodump-ng;
- 3) отримати MAC-адресу та канал потрібної бездротової мережі;
- 4) відправити пакети на деавтентифікацію всіх клієнтів за допомогою Aireplay-ng;
- 5) почати прослуховування заданої мережі на заданому каналі до моменту, поки клієнт ні під'єднається наново;
- 6) отримати рукостискання клієнта та точки доступу;
- 7) методом грубої сили утилітою Airodump-ng знайти пароль бездротової мережі (рис.1).

```
Aircrack-ng 1.6
[00:00:01] 4934/10303715 keys tested (4616.34 k/s)
Time left: 37 minutes, 11 seconds                                0.05%
KEY FOUND! [ hellohello ]

Master Key      : 42 F5 71 13 82 7D A3 BE 84 C2 AD C0 D7 DA 53 54
                  D1 E6 0F 86 C2 66 A9 48 98 0E 7E 8C 51 94 7C A3

Transient Key   : 92 1C 0E 6B 64 3B F7 26 15 E5 BD 16 35 4B 5E 5C
                  29 E8 94 19 4A 9F F2 86 37 E0 5C DC 5D 65 B3 01
                  DC 74 81 D5 A8 93 46 B3 55 82 40 00 00 00 00 00
                  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

EAPOL HMAC     : 93 54 6E 80 15 25 3B 5F 91 25 21 61 17 F8 EE 3B
```

Рисунок 1– Результат роботи Airodump-ng

Найкращим захистом від подібного роду атак є наявність складного пароля, який має складатися не менш як з 12 символів, серед яких: малі та великі літери, цифри, спеціальні символи.

Література

1. Aircrack-ng [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.aircrack-ng.org/>.

2. Vanhoef, M., & Ronen, E. Dragonblood: Analyzing the Dragonfly Handshake of WPA3 and EAP-pwd. // Conference: 2020 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP) DOI:10.1109/SP40000.2020.00031
3. Wright, J. Detecting Wireless LAN MAC Address Spoofing.// Computer Science, Engineering. 2003.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ ПРИ РОБОТІ З ВЕЛИКИМИ ФАЙЛАМИ

Костенко Д. Р., Іщенко О. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Анотація. У роботі проведено порівняльний аналіз стратегій збереження даних у системах контролю версій при роботі з великими файлами та визначено їх ефективність за ключовими критеріями продуктивності.

Ключові слова: системи контролю версій, великі файли, стратегії збереження даних, управління версіями.

Зростання обсягів цифрових даних підвищує вимоги до систем контролю версій, зокрема в частині роботи з великими файлами, тобто мультимедійними матеріалами, архівами, програмними збірками та іншими подібними об'єктами. У межах даної роботи великими вважаються файли обсягом понад 50 МБ, що зазнають часткових змін між версіями. Неefективна стратегія збереження таких файлів призводить до надмірного зростання репозиторію та зниження швидкодії системи.

У сучасних системах контролю версій застосовуються три основні підходи: збереження повних копій файлів, збереження лише змін між версіями (дельта-кодування) та комбіновані методи. Вибір стратегії визначає обсяг дискового простору, швидкість фіксації змін і час відновлення попередніх версій.

Збереження повних копій забезпечує просте і швидке відновлення будь-якої версії, однак призводить до значного зростання обсягу репозиторію при частих оновленнях. Дельта-кодування мінімізує використання дискового простору, але збільшує обчислювальне навантаження при відновленні, оскільки потребує послідовного застосування ланцюжка змін. Комбіновані підходи поєднують переваги обох методів: повні копії зберігаються з певною періодичністю, тоді як проміжні версії фіксуються у вигляді дельт.

Для об'єктивного порівняння стратегій збереження даних доцільно використовувати низку ключових показників ефективності. До них належать швидкість виконання операцій фіксації змін, обсяг даних, що накопичується у репозиторії, а також час відновлення попередніх версій файлів. Зазначені

критерії дозволяють оцінити продуктивність різних підходів до збереження даних та визначити їх придатність для роботи з файлами значного обсягу.

Порівняльний аналіз стратегій збереження даних показує, що кожен підхід має характерні переваги та обмеження. Повні копії забезпечують швидке відновлення, але є неефективними за обсягом. Дельта-кодування оптимізує дисковий простір, проте збільшує обчислювальні витрати. Комбінований підхід є найбільш збалансованим рішенням для систем контролю версій при роботі з великими файлами, оскільки дозволяє досягти прийнятних показників як за обсягом зберігання, так і за швидкістю.

Література

1. Spinellis D. Version Control Systems. IEEE Software. 2005. Vol. 22, No. 5. P. 108–109. <https://doi.org/10.1109/MS.2005.140>
2. Git Documentation. Git Internals – Git Objects. 2024. URL: <https://git-scm.com/book/en/v2/Git-Internals-Git-Objects>
3. Atlassian. Git Tutorials – Understanding Version Control. 2023. URL: <https://www.atlassian.com/git/tutorials/what-is-version-control>

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РОЄМ ДРОНІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ SAAS

Круш А. І., Малахов Є. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Ключові слова: рой дронів, хмарна інформаційна система, відеоаналітика.

Сьогодні важко уявити пошуково-рятувальні операції, сканування земної поверхні та моніторинг об'єктів без інтеграції дронів у ці процеси. Водночас використання роїв дронів, натхнених роями мурах, бджіл тощо, забезпечує гнучкість та ефективність, а в деяких випадках робить можливим вирішення задач недоступних одному дрону.

Більшість сучасних інформаційних систем (ІС) для керування роями дронів мають високу доступність завдяки розгортанню у хмарі та широкий функціонал. Однак «вузьким місцем» цих ІС виявляються:

- низька швидкість та зручність завантаження неструктурованих даних, таких як відеопотоки та телеметрія у сховища;
- відсутність підтримки специфічних для роя дронів з централізованим управлінням функцій обробки та синхронізації відеопотоків, таких як компенсація перекриттів і сліпих зон, злиття метаданих, безшовна зшивка відеопотоків.

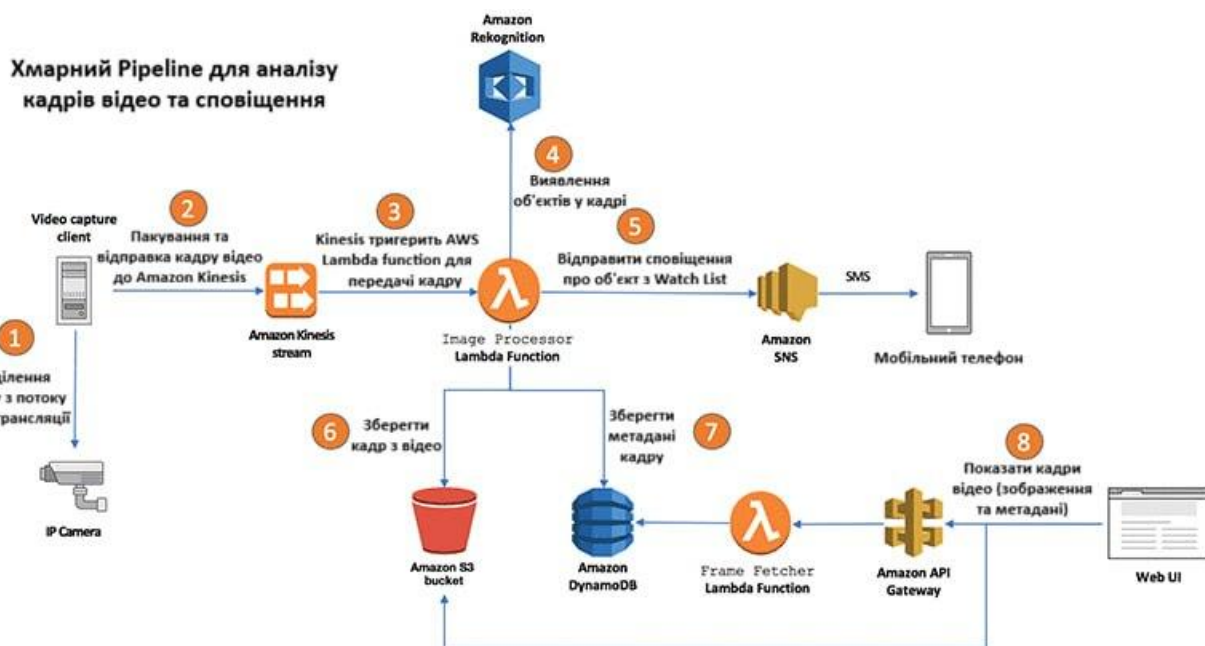
Мета роботи полягає в підвищенні швидкості завантаження, ефективності зберігання та обробки відеопотоків в інформаційних системах керування роями

дронів. Також у роботі досліджуються методи, що дозволяють підвищити якість відеоаналітики на базі синергії рою та можливі підходи їх реалізації або інтеграції у сучасні системи керування роями дронів.

Завантаження неструктурованих даних у структуровані сховища є неприйнятним з точки зору швидкості, доцільності та робить незручним доступ до даних в процесі машинного навчання. Збереження таких даних до озер даних є ефективнішим, але може виникнути потреба у міграції частини даних до структурованих сховищ для аналітики, що також довго та небезпечно [1]. Використання сучасних хмарних архітектур із спеціалізованими сервісами AWS (рис. 1) та Azure для завантаження та зберігання неструктурованих даних є складним через велику кількість сервісів, що мають бути залучені та до того ж потребують платної підписки. Отже сервіси Amazon S3 та Amazon DynamoDB, що використовуються для зберігання неструктурованих та напівструктурованих даних на кроках 6 та 7 рис. 1 відповідно, можна об'єднати, реалізувавши шар Delta Lake [2]. Delta Lake є відкритим безкоштовним шаром метаданих, що підтримує ACID-транзакції та дозволяє реалізувати Data Lakehouse-сховище на базі озера даних (наприклад, Amazon S3).

Рисунок 1 – Приклад хмарної ІС для відеоаналітики з використанням AWS-сервісів

Користувачі з різними ролями та різні застосунки очікують даних різної форми, розміру та ступеня точності. Архітектура Медальйону, яка якраз використовується для логічної організації даних у Data Lakehouse, передбачає



поступове уточнення та вдосконалення даних від бронзового шару (необроблені дані), через срібний (часткова обробка) до золотого (найвищий рівень

узгодженості) – «єдиного джерела правди» [2]. Цей підхід дозволяє використати неструктуровані дані для машинного навчання або розпочати відеоаналітику вже на срібному шарі після часткової обробки, не очікуючи виконання усього конвеєру. Водночас дані, які пройшли обробку на золотому шарі, є найбільш узгодженими та структурованими, тому готові для побудови звітів та OLAP в цілях подальшого прийняття рішень. Очікується, що архітектура Медальйону на базі Data Lakehouse спростить організацію та обробку даних у системі.

Такі промислові рішення як DJI FlightHub 2 та FlytBase підтримують керування роями дронів та картографування місцевості у форматі 3D. Однак ці рішення не передбачають функцій, які б могли підвищити ефективність усієї системи та дозволити вирішувати якісно інші задачі за допомогою скоординованої взаємодії дронів рою, такі як:

- компенсація перекриттів та сліпих зон;
- злиття метаданих для побудови більш точної траєкторії руху об'єкта [3];
- застосування методу синтетичної апертури (математична обробка зображень та автономна навігація дронів рою) для пошуку зниклих людей у густій лісовій рослинності [4] (рис. 2);
- безшовна зшивка відеопотоків для зручнішого перегляду оператором.



Рисунок 2 – Застосування синергії рою дронів для пошуку людей у густій рослинності

Очікується, що в результаті дослідження вдасться підвищити швидкість завантаження, ефективність зберігання відеопотоків та ефективність відеоаналітики в інформаційних системах керування роями дронів.

Література

1. Inmon Bill, Srivastava Ranjeet, Rise of Data Lakehouse: Building the Data Lakehouse, 2nd Edition. – Technics Publications, 2023. - 260.
2. Lee D., Babu P., Wentling T., Haines S., Delta Lake: Definitive Guide. – O'Reilly Media Inc., 2024. – 108 p.
3. D. Sánchez Pedroche Drone Swarm for Distributed Video Surveillance of Roads and Car Tracking / D. Sánchez Pedroche, D. Amigo, J. García, and oth.// Drones. 2024. Vol. 8, No. 11. P. 695. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8110695>.
4. Nathan R. J. A. A. Synthetic Aperture Sensing for Occlusion Removal with Drone Swarms / R. J. A. A. Nathan, I. Kurmi, O. Bimber // arXiv preprint arXiv:2212.14692. 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2212.14692>.

ВИКОРИСТАННЯ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ НАВЧАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ ГРАФІВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Бойко О. П., Власов А. О.

Університет Ушинського

У сучасній системі профільного навчання інформатики одним із ключових завдань є формування в учнів здатності застосовувати алгоритмічні підходи до розв'язання практичних задач. Особливої актуальності це набуває при вивченні елементів теорії графів, які становлять важливу складову розділу «Алгоритми» та забезпечують моделювання широкого кола реальних процесів і явищ.

Аналіз змісту навчальної програми профільного рівня свідчить, що учні ознайомлюються з базовими алгоритмами роботи з графами, зокрема обходами графа, пошуком найкоротших шляхів, побудовою мінімальних остовних дерев. Водночас традиційний підхід до викладання часто зосереджується на формальному опрацюванні алгоритмів без достатнього зв'язку з практикою, що знижує рівень розуміння та мотивацію учнів.

У дослідженні обґрунтовано доцільність використання практико-орієнтованих задач як засобу підвищення ефективності навчання теорії графів. Такі задачі передбачають моделювання реальних ситуацій за допомогою графів і подальше застосування алгоритмів для їх розв'язання. До основних типів практико-орієнтованих задач віднесено:

- задачі маршрутизації (пошук найкоротшого шляху між пунктами);
- задачі оптимізації мереж (побудова мінімального остовного дерева для з'єднання об'єктів);

- задачі соціальних мереж (аналіз зв'язків між об'єктами);
- задачі логістики та планування.

Реалізація навчання на основі практико-орієнтованих задач передбачає поетапну діяльність учнів: формалізацію умови задачі у вигляді графа, вибір адекватного алгоритму, реалізацію розв'язання та аналіз отриманих результатів. Такий підхід сприяє розвитку навичок моделювання, критичного мислення та оцінювання ефективності алгоритмів.

Запропоновано приклади завдань, які можуть бути використані у навчальному процесі. Зокрема, задача про знаходження найкоротшого маршруту між містами з використанням алгоритму Дейкстри або задача оптимального прокладання мережі зв'язку з використанням алгоритму Крускала.

Задача 1. Оптимальний маршрут доставки

У транспортній мережі задано n міст і m доріг між ними. Кожна дорога має довжину. Необхідно визначити найкоротший маршрут доставки товару з міста А до міста В, якщо відомо, що деякі дороги тимчасово перекриті.

Вимоги:

- подати задачу у вигляді зваженого графа;
- виключити з розгляду перекриті дороги;
- знайти найкоротший шлях;
- визначити його довжину.

Підказка: використати алгоритм Дейкстри.

Задача 2. Побудова мінімальної мережі зв'язку

Потрібно з'єднати n населених пунктів кабельною мережею так, щоб усі пункти були з'єднані між собою, а загальна довжина кабелю була мінімальною. Відомі можливі з'єднання між пунктами та вартість прокладання кабелю між ними.

Вимоги:

- змоделювати задачу у вигляді графа;
- визначити підмножину ребер, що з'єднує всі вершини;
- забезпечити мінімальну сумарну вагу.

Підказка: застосувати алгоритм Крускала або Пріма.

Задача 3. Аналіз поширення інформації

У соціальній мережі задано зв'язки між користувачами (хто з ким контактує). Один користувач поширює інформацію. Необхідно визначити:

- порядок, у якому інші користувачі отримають повідомлення;
- мінімальну кількість кроків, за які інформація дійде до всіх доступних користувачів.

Вимоги:

- подати мережу у вигляді неорієнтованого графа;
- визначити порядок обходу;
- знайти «відстань» до кожної вершини.

Підказка: використати обхід у ширину (BFS).

Використання подібних задач дозволяє учням усвідомити практичну значущість алгоритмів графів та підвищує їхню навчальну мотивацію.

Очікуємо, що результати апробації засвідчать, що застосування практико-орієнтованих задач сприяє більш глибокому розумінню матеріалу, підвищенню рівня сформованості алгоритмічного мислення та здатності застосовувати знання у нових ситуаціях. І, таким чином, нам вдасться показати, що використання практико-орієнтованих задач є ефективним засобом навчання елементів теорії графів у старшій школі та відповідає сучасним вимогам компетентнісного підходу в освіті.

Література

1. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. URL: <https://naurok.com.ua/kompetentnisniy-pidhid-u-suchasniy-osviti-295602.html>
2. Інформатика. Навчальна програма для учнів 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень) [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. 2017. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58876/> (дата звернення: 22.03.2026).
3. Wing J. M. Computational Thinking [Електронний ресурс] // Communications of the ACM. – 2006. – Vol. 49, No. 3. – P. 33–35. – Режим доступу: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).
4. Rethinking Informatics Education [Електронний ресурс] // *Digital First Network*. – 2025. – Режим доступу: <https://digitalfirstnetwork.eu/rethinking-informatics-education/> (дата звернення: 22.03.2026).
5. Global Overview of Computational Thinking [Електронний ресурс] // *arXiv*. – 2025. – Режим доступу: <https://arxiv.org/html/2510.16847v1> (дата звернення: 22.03.2026).

МЕТОДИ ОБРОБКИ ВІДЕОПОТОКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ КРИЗОВОГО МОНІТОРИНГУ

Куликов В. В., Шпінарева І. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: дрони, пожежі, задимлення, комп'ютерний зір, нейронні мережі, YOLO, відеоаналіз.

Сучасні системи кризового моніторингу активно використовують безпілотні літальні апарати для оперативного огляду великих територій та отримання відеопотоків у реальному часі. Однією з ключових задач є раннє виявлення пожеж, що дозволяє запобігти їх масштабному поширенню. Традиційний підхід, заснований на ручному аналізі відео оператором, є неефективним, що зумовлює необхідність автоматизації цього процесу із застосуванням методів комп'ютерного зору та глибокого навчання [1].

Основною складністю задачі є специфіка диму як об'єкта спостереження. Він не має чітких меж, характеризується змінною формою, напівпрозорістю та значною варіативністю в залежності від умов середовища. З висоти дрона дим виглядає як малий об'єкт, часто схожий на туман або пил, що ускладнює його детекцію. Додаткові труднощі створюють розмитість зображення, шум, зміни освітлення та обмеження тепловізійних сенсорів [2].

Класичні методи виявлення пожеж базуються на аналізі фізичних характеристик зображення. До них належать порогове визначення температури у тепловізійних даних, колірні моделі (RGB, HSV, YCbCr), текстурні методи, зокрема локальні бінарні патерни (LBP) та матриці співзустрічі градацій сірого (GLCM), а також методи аналізу руху, такі як optical flow і frame differencing. Ці підходи характеризуються низькою обчислювальною складністю та високою швидкістю роботи, однак є чутливими до змін умов середовища, що призводить до значної кількості хибних спрацьовувань.

Сучасні підходи ґрунтуються на використанні моделей глибокого навчання, які здатні автоматично виділяти релевантні ознаки з даних. Такі моделі аналізують колірні характеристики, текстуру, динаміку руху та контекст сцени, що забезпечує значно вищу точність у складних умовах спостереження [6]. У задачах детекції широко застосовуються двостадійні моделі (Faster R-CNN, Mask R-CNN), які забезпечують високу точність, але мають обмежену швидкодію, та одностадійні моделі (YOLO, RetinaNet), орієнтовані на обробку відео в реальному часі.

Особливе місце займає сімейство моделей YOLO, яке забезпечує баланс між швидкістю та точністю завдяки одноетапній обробці зображення та використанню багаторівневих ознак. Для більш точного визначення меж об'єктів застосовуються сегментаційні моделі, такі як U-Net, що виконують піксельну класифікацію зображення.

Для врахування часової динаміки процесів використовуються комбіновані архітектури CNN+LSTM, де згорткові мережі виконують виділення ознак з окремих кадрів, а рекурентні – аналіз їх послідовності. Це дозволяє ефективніше

відрізнити дим від випадкових змін у сцені та зменшувати кількість хибних спрацьовувань.

Типовий пайплайн обробки включає отримання відеопотоку, попередню обробку (нормалізацію, фільтрацію шуму, стабілізацію), детекцію об'єктів, постобробку результатів із застосуванням алгоритмів Non-Maximum Suppression та трекінгу (наприклад, Kalman Filter, SORT), а також прийняття рішення щодо наявності пожежі. У випадку підтвердження загрози система визначає координати осередку за допомогою GPS-даних дрона та передає інформацію для оперативного реагування.

Важливим компонентом є навчальні вибірки, зокрема FLAME та D-Fire, які містять анотовані дані в різних умовах зйомки. Їх використання забезпечує узагальнюючу здатність моделей і підвищує ефективність роботи в реальних сценаріях.

Апаратна складова систем включає камери, канали передачі даних (RTSP, RTP) та обчислювальні модулі. При цьому важливим є забезпечення мінімальної затримки та стабільності передачі відеопотоку. У процесі розробки необхідно враховувати компроміси між точністю, швидкодією та ресурсами системи.

Отже, найбільш перспективним напрямком є використання одностадійних детекторів у поєднанні з методами сегментації та аналізу часових залежностей. Такий підхід дозволяє створювати ефективні системи раннього виявлення пожеж, адаптовані до умов роботи дронів і здатні функціонувати в реальному часі [1], [2].

Література

1. Elhanashi A. et al. Early Fire and Smoke Detection Using Deep Learning: A Comprehensive Review of Models, Datasets, and Challenges // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 18. – 10255. [Електронний ресурс]. – DOI: <https://doi.org/10.3390/app151810255>
2. Manickam S. et al. YOLO-based techniques for fire & smoke detection: A survey & experimental analysis // Fire. – 2024. – Vol. 7, No. 4. – 140. [Електронний ресурс]. – DOI: <https://doi.org/10.3390/fire7040140>

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПАРКІНГУ

Луценко А. А., Розновець О. І.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Ключові слова: автоматизація, паркінг, ANPR, Arduino, обробка зображень, веб-застосунок.

Сучасний стан проблеми організації паркування характеризується стрімким зростанням кількості транспортних засобів. За даними Головного сервісного центру МВС України, в середньому на 1000 жителів припадає близько 250 автомобілів [1]. Водночас розвиток концепції «розумного міста» передбачає впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та Інтернету речей для управління міською інфраструктурою, зокрема автоматизованих систем контролю доступу до паркінгів [2]. Особливо актуальним це є для бізнес-центрів із торговими площами, де одночасно присутні різні категорії користувачів: працівники, гості офісної частини бізнес-центру та відвідувачі магазинів, і при цьому кожна категорія має свої тарифи паркування.

Аналіз існуючих в Україні систем автоматизації паркінгу, таких як SEA, NODER Parking та SMARTEL, виявив їхні недоліки: високу вартість впровадження, негнучку логіку доступу, яка не враховує одночасне обслуговування різних категорій користувачів, а також використання застарілих методів ідентифікації (паперові талони, RFID-картки), що призводить до утворення черг та додаткових витрат.

У відповідь на виявлені проблеми запропоновано програмно-апаратний комплекс, що забезпечує автоматичну ідентифікацію транспортних засобів за номерними знаками, гнучкий підхід до тарифікації паркування для різних категорій користувачів (безкоштовне паркування для працівників бізнес-центру та для запрошених гостей або автоматичний розрахунок платного погодинного паркування для сторонніх відвідувачів), а також облік паркувальних сесій та фінансову звітність для адміністрації. Для водіїв це дає змогу мінімізувати час на в'їзді та виїзді завдяки відсутності необхідності зупинятися для отримання талона або прикладання картки, зменшити навантаження на обслуговуючий персонал, підвищити пропускну здатність паркінгу та забезпечити прозорість фінансових надходжень від платного паркування.

Програмна частина запропонованого програмно-апаратного комплексу реалізована з використанням трирівневої архітектури клієнт-сервер у вигляді веб-застосунку на базі фреймворку Django з архітектурним шаблоном MTV та СКБД PostgreSQL. Через веб-застосунок здійснюється облік транспортних засобів працівників бізнес-центру, створення запрошень для гостей його офісної частини, перевірка умов паркування (безкоштовне чи платне), перегляд інформації про поточні паркування та формування статистичних звітів.

До сервера застосунків підключені такі програмні компоненти.

- Модуль розпізнавання номерних знаків (ANPR) [3], створений з використанням моделі EasyOCR [4] та вебфреймворку Flask. Його наявність забезпечує найвищий рівень автоматизації, оскільки

дозволяє здійснювати ідентифікацію без участі людини. Для підвищення точності розпізнавання застосовано попередню обробку зображення (підвищення різкості, CLAHE [5], бінаризація) та виділення області номерного знака.

- Сервіс взаємодії з апаратним забезпеченням, що дозволяє контролювати в'їзд та виїзд транспортних засобів.

Апаратна частина побудована на базі мікроконтролера Arduino Uno з використанням інфрачервоних датчиків для фіксації транспортного засобу та сервоприводів для керування шлагбаумами [6]. Також апаратна частина включає камеру для автоматичного розпізнавання номерів автомобілів.

Взаємодія між компонентами забезпечується через REST-подібний API для зв'язку модуля ANPR з сервером застосунків та через послідовний інтерфейс Serial, реалізований за протоколом UART [7], для комунікації сервера застосунків з мікроконтролером (рис.1).

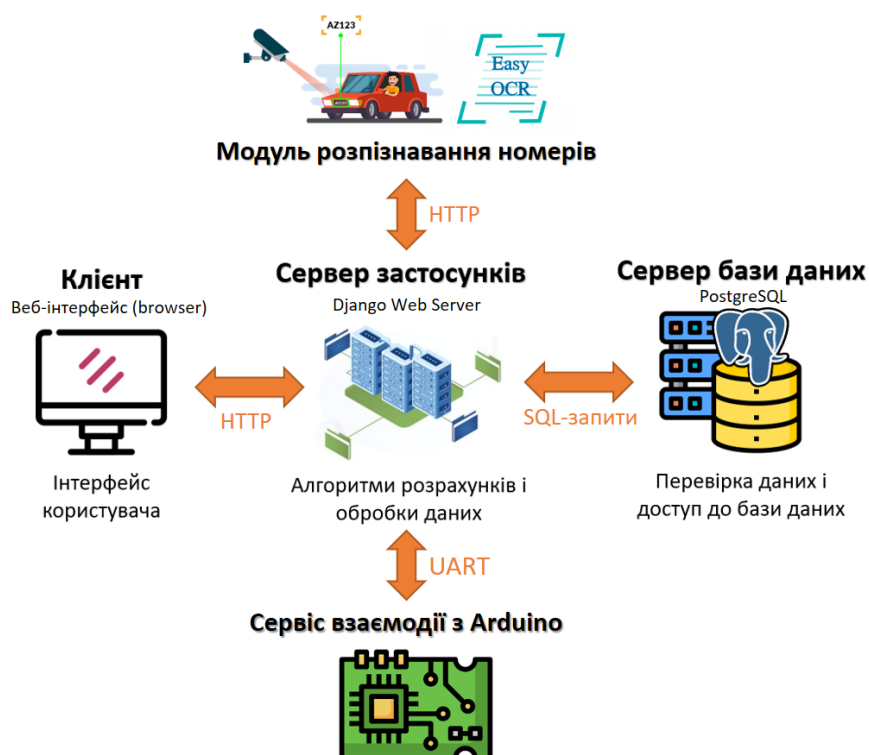


Рис. 1. Компоненти апаратно-програмного комплексу для автоматизації паркінгу

Література

1. Скільки автомобілів припадає на 1000 українців [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://glavred.net/auto/skolko-avtomobiley-v-ukraine-prihoditsya-na-1000-zhiteley-nazvana-neozhidannaya-cifra-10723028.html>

2. Kiritat A., Krejcar O., Kertesz A., Tasgetiren M. F. Future Trends and Current State of Smart City Concepts: A Survey [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/341166746_Future_Trends_and_Current_State_of_Smart_City_Concepts_A_Survey
3. Rashed Y., Mehmood R., Al-Durrah M. Automatic number plate recognition (ANPR) in smart cities: A systematic review [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/352561304_Automatic_Number_Plate_Recognition_System_ANPR_The_Implementation
4. EasyOCR [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://easyocr.org>
5. CLAHE Histogram Equalization – OpenCV [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.geeksforgeeks.org/python/clahe-histogram-equalization-opencv/>
6. Arduino A000066 Datasheet. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://www.alldatasheet.co.nz/datasheet-pdf/view/2015852/ARDUINO/A000066_V02.html
7. С. Матвієнко. UART протокол [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://itmaster.biz.ua/directory/standarts/uart.html>

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Бойко О. П., Супляков О. М.
Університет Ушинського

У сучасній системі підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій особливого значення набуває формування здатності до моделювання та розв'язування прикладних задач. Одним із ефективних інструментів такої підготовки виступають графові моделі, які дозволяють формалізувати складні системи, процеси та взаємозв'язки між об'єктами.

Графи широко застосовуються у різних галузях: транспортних системах, комп'ютерних мережах, соціальних структурах, логістиці, аналізі даних. Це зумовлює необхідність їх ґрунтовного вивчення у курсах «Дискретна математика», «Теорія алгоритмів», «Структури даних та алгоритми». Водночас практика навчання у закладах вищої освіти свідчить, що студенти часто опановують алгоритми роботи з графами на формальному рівні, без усвідомлення їх прикладної значущості.

Так, у більшості курсів ЗВО граfi вивчаються як абстрактні структури, через формальні означення і доведення, із мінімальним зв'язком із реальними задачами. У результаті студенти, наприклад, знають алгоритм Дейкстри, але не впізнають задачу маршрутизації як задачу на граф.

Таким чином, незважаючи на значний рівень теоретичної розробленості алгоритмів графів, у практиці навчання у закладах вищої освіти зберігається проблема недостатнього зв'язку між теоретичними знаннями та їх застосуванням до розв'язування прикладних задач. Студенти часто опановують алгоритми на формальному рівні, не пов'язуючи їх із реальними процесами та задачами професійної діяльності. Водночас сучасні вимоги до підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій передбачають здатність до моделювання складних систем і прийняття ефективних рішень, що зумовлює необхідність удосконалення методичних підходів до навчання графових моделей.

Метою дослідження є обґрунтування методичних підходів до навчання використання графових моделей для розв'язування прикладних задач у процесі підготовки здобувачів вищої освіти.

У роботі запропоновано підхід, що передбачає інтеграцію теоретичного матеріалу з практико-орієнтованими завданнями, які базуються на реальних або наближених до реальних ситуаціях. Основними етапами навчання є:

- формалізація прикладної задачі у вигляді графової моделі;
- вибір адекватного алгоритму (обходи графа, пошук найкоротших шляхів, алгоритми оптимізації);
- реалізація алгоритму засобами програмування;
- аналіз отриманого результату та оцінювання ефективності розв'язання.

У межах дослідження розроблено систему задач, що охоплюють різні типи прикладних проблем, зокрема задачі маршрутизації в транспортних мережах, оптимізації з'єднань у телекомунікаційних системах, аналізу соціальних зв'язків та планування ресурсів. Використання таких задач сприяє формуванню в студентів навичок алгоритмічного мислення, абстрагування, аналізу та прийняття рішень.

В результаті апробації запропонованого підходу ми очікуємо отримати свідчення про підвищення рівня сформованості професійних компетентностей студентів, зокрема здатності застосовувати теоретичні знання до розв'язування практичних задач та обґрунтовувати вибір алгоритмічних рішень.

Література

1. Bondy J. A., Murty U. S. R. Graph Theory with Applications [Електронний ресурс]. – London : Macmillan, 1976. – Режим доступу:

- <https://www.zib.de/userpage/groetschel/teaching/WS1314/BondyMurtyGTWA.pdf> (дата звернення: 19.03.2026).
2. Ševčíková A. Graph Theory: Enhancing Understanding of Mathematical Thinking [Електронний ресурс] // *Sustainability*. – 2023. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/13/10536> (дата звернення: 19.03.2026).
 3. Graph Theory as a Framework for Enhancing Learning in STEM Education [Електронний ресурс] // *International Journal of Research and Scientific Innovation*. – 2025. – Режим доступу: https://rsisinternational.org/journals/ijrsi/uploads/vol-iss-pg3374-3380-202510_pdf.pdf (дата звернення: 19.03.2026).
 4. Asghari N., Shahvarani A., Haghghi A. Graph Theory as a Tool for Teaching Mathematical Processes [Електронний ресурс] // *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*. – 2012. – Режим доступу: https://www.academia.edu/54121262/Graph_Theory_as_a_Tool_for_teaching_Mathematical_Processes (дата звернення: 19.03.2026).
 5. Graph theory [Електронний ресурс] // *Wikipedia*. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory (дата звернення: 19.03.2026).

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА В СЕРЕДОВИЩІ З ОПОРОМ

Марцинко Д. С., Рачинська А. Л.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Моделювання збуреного руху твердого тіла в середовищі з опором є класичною задачею механіки, що має широке застосування в аеродинаміці, балістиці, техніці та фізиці. Закони руху твердого тіла отримано в аналітичному вигляді за певних спрощувальних припущень. Водночас обертальний рух твердого тіла в середовищі з опором допускає отримання аналітичного розв'язку лише в рамках спрощених моделей.

У зв'язку з цим особливий науковий інтерес становить чисельне дослідження обертального руху твердого тіла в середовищі з опором, момент дисипації якого описується комбінованою аналітичною залежністю

$$\mathbf{M}^r = -(\mathbf{L}_1 \mathbf{J} \boldsymbol{\omega} + \mathbf{L}_2 \mathbf{J} \boldsymbol{\omega} |\boldsymbol{\omega}|).$$

Тут $\mathbf{L}_1 = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, $\mathbf{L}_2 = \text{diag}(\chi_1, \chi_2, \chi_3)$ – діагональні тензори опору середовища, $\boldsymbol{\omega}$ – вектор абсолютної кутової швидкості тіла; $\mathbf{J} = \text{diag}(A_1, A_2, A_3)$ – тензор інерції тіла. $\lambda_i (i=1,2,3)$, $\chi_i (i=1,2,3)$ – постійні коефіцієнти пропорційності, що залежать від властивостей середовища.

Для аналізу руху тіла проводиться моделювання годографу вектору кінетичного моменту для запропонованої комбінованої моделі опору середовища.

По формі годографа можна зрозуміти, який саме обертальний рух відбувається: сталий, прецесійний, з нутацією, або нестабільний.

Чисельний експеримент проводиться для безрозмірної моделі при різних значеннях коефіцієнтів опору. Було визначено значення компонентів тензора опору, за яких спостерігається нестійкий рух тіла, зокрема з проходженням через сепаратрису. Згенеровано близько 400 000 моделей нестійкого обертального руху твердого тіла відносно його центра мас.

Для виявлення закономірностей між параметрами було сформовано вибірку успішних та неуспішних наборів. На основі цієї вибірки застосовано метод класифікації — дерево рішень, що дозволило відновити систему обмежень, яка визначає допустимі області параметрів моделі.

Аналіз отриманих даних показав, що між параметрами моделі існують функціональні та обмежувальні залежності. Виявлено, що моделювання годографа вектора кінетичного моменту твердого тіла доцільно здійснювати лише за умов малого опору середовища. Наявність на кривій годографа переходу через сепаратрису визначається коефіцієнтами лінійного тензора опору та суттєво залежить від абсолютної різниці відповідних параметрів. Чим більшою є ця різниця, тим швидше годограф вектора кінетичного моменту переходить від руху поблизу однієї головної осі до руху поблизу іншої.

Додатково встановлено, що суттєвий вплив на характер руху має співвідношення між лінійною та квадратичною складовими опору. Аналіз безрозмірних комбінацій параметрів показав, що перехід до нестійкого режиму руху пов'язаний із домінуванням квадратичної складової опору над лінійною.

Зокрема, виявлено, що існує гранична область значень безрозмірного параметра, який характеризує відношення сумарних коефіцієнтів квадратичного опору до сумарних коефіцієнтів лінійного опору. При перевищенні цього порогу система втрачає стійкість, що проявляється у зміні топології годографа та появи траєкторій із переходом через сепаратрису.

Також встановлено, що простір параметрів, який відповідає нестійкому руху, має складну структуру і не зводиться до простих лінійних обмежень, а формується як область, обмежена сукупністю нерівностей між параметрами. Це свідчить про нелінійний характер впливу складових тензора опору на динаміку обертального руху.

Отримані результати дозволяють сформулювати узагальнений критерій виникнення нестійкого руху, який базується на співвідношенні між коефіцієнтами лінійного та квадратичного опору, а також на ступені їх анізотропії.

СИСТЕМА ЖЕСТОВОГО УПРАВЛІННЯ БПЛА

Набока В. Д., Шестопалов С. В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Анотація. У роботі розглянуто підвищення інтуїтивності та ефективності управління БПЛА. Проаналізовано недоліки традиційних пультових систем, зокрема складність освоєння та високе когнітивне навантаження. Запропоновано підхід до безконтактного жестового управління з використанням Leap Motion та розроблено мапінг жестів для управління основними параметрами польоту.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, жестове управління, Leap Motion

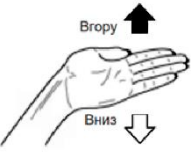

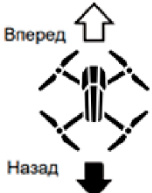



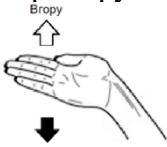

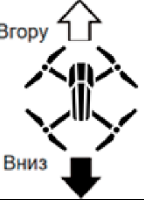
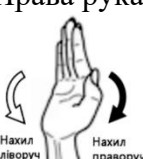

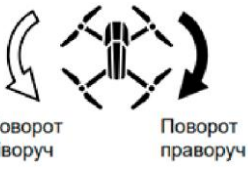
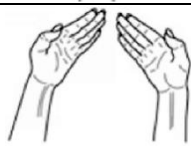


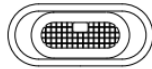
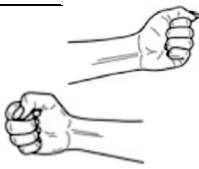
Сучасний розвиток БПЛА характеризується їх широким застосуванням у військовій, цивільній та комерційній сферах – від моніторингу й логістики до рятувальних і бойових операцій. Попри високий рівень технологічної досконалості самих апаратів, підходи до їхнього управління залишаються переважно традиційними.

Характерним прикладом традиційних систем управління є система управління в безпілотних платформах типу DJI Mavic 3, де управління здійснюється за допомогою двох стіків: лівий відповідає за зміну висоти та ризикання, а правий – за тангаж і крен. Запуск двигунів потребує виконання спеціальної комбінації рухів стіків [1]. Така система управління, хоча й забезпечує необхідну функціональність, є недостатньо інтуїтивною для невідготовлених операторів, потребує значного часу на навчання та створює підвищене когнітивне навантаження, особливо в умовах обмеженого часу на прийняття рішень.

Саме тому пропонується здійснити перехід від традиційного пультового управління до безконтактного жестового, використовуючи для цього контролер Leap Motion. Leap Motion – це оптичний контролер, що працює на основі двох інфрачервоних камер і трьох світлодіодів. Він здатен з високою точністю (до 0.01 мм) та частотою оновлення до 120 кадрів на секунду визначати положення, орієнтацію та рухи кистей рук у просторі над собою (у напівсферичній зоні до 80 см), будуючи математичну модель скелета руки без необхідності носіння додаткових пристроїв [2]. Завдяки низькій затримці відгуку (5-10 мс) цей датчик придатний для управління динамічними об'єктами, такими як БПЛА.

У рамках дослідження пропонується наступний спосіб переходу до жестового управління, який спростить навчання та зробить пілотування більш природним. Ліва рука оператора бере на себе управління тангажем і креном (нахили дрона), а права – ризиканням (обертанням) та зміною висоти. Запропонована мапінг жестів деталізовано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Мапінг жестів Leap Motion для управління БПЛА

Рука / Жест	Дія на пульті управління	Дія на дроні
<p>Ліва рука</p> 	<p>Лівий стік</p> 	
<p>Ліва рука</p> 	<p>Лівий стік</p> 	
<p>Права рука</p> 	<p>Правий стік</p> 	
<p>Права рука</p> 	<p>Правий стік</p> 	
		<p>Запуск двигунів (армування)</p>
<p>Права рука</p> 	<p>CNS</p> 	<p>Зміна режиму управління</p>
	<p>Перепрограмована функціональна кнопка пульту</p>	<p>Скидання вантажу</p>

Таким чином, запропонована система жестового управління на основі контролера Leap Motion дозволяє замінити традиційний пульт інтуїтивно зрозумілим безконтактним інтерфейсом, суттєво знижуючи когнітивне навантаження на оператора та скорочуючи час навчання пілотуванню БПЛА.

Література

1. Посібник користувача DJI Mavic 3. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://quadro.ua/wp-content/uploads/2024/05/dji_mavic_3_pro_user_manual_v1.2.1_ua_web.pdf (дата звернення: 07.04.2026).
2. Weichert F., Bachmann D., Rudak B., Fisseler D. Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller // Sensors (Basel). – 2013. – Vol. 13, № 5. – P. 6380-6393.

МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ІОТ СЕНСОРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

Продан Р. П., Антоненко О. С.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: якість повітря, туманні обчислення, хмарні обчислення, гібридні обчислення.

Забруднення атмосферного повітря є однією із основних екологічних проблем всього світу, що негативно впливає на стан здоров'я людини. Тому засоби, які надають можливість моніторингу та контролю якості повітря будуть актуальними впродовж довгого часу.

Для контролю якості повітря використовують гранично допустиму концентрацію забруднюючої речовини в атмосферному повітрі (ГДК) – це концентрація забруднюючої речовини, яка при дії певний час не впливає погано на здоров'я людини та її нащадків [1].

Для оцінки рівня забруднення повітря використовують індекс якості повітря (AQI) – це показник, який вказує на якість повітря та його вплив на здоров'я людини. Чим вище показник, тим гірше повітря [2].

Для вимірювання забруднюючих речовини можна використовувати такі сенсори як MQ7, EC4-500-CO, MiCS-4514 для діоксиду вуглецю, PMS5003, ZPH04, HPMA115S0-XXX для твердих часток, NO2-A43F, DGS-NO2 968-043, WSP-1110 для діоксиду азоту.

Для збору та обробки даних з сенсорів можна використовувати існуючі пристрої та платформи такі як Arduino Uno Q, Raspberry Pi 4, LattePanda Delta.

У джерелі [3] наведено приклади різних архітектур для збору та обробки даних з сенсорів (рис. 1).

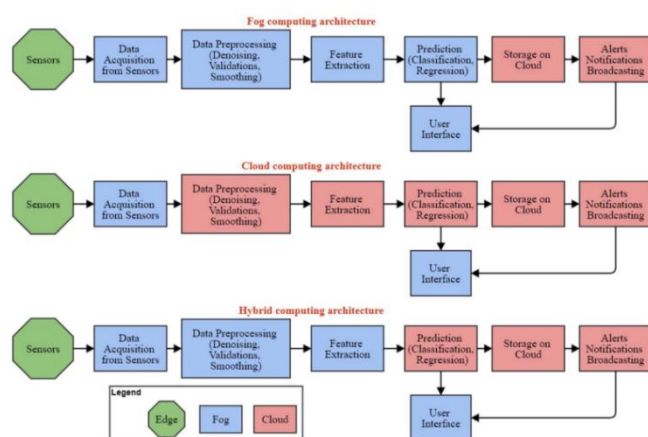


Рис. 1 – IoT архітектури

В архітектурі туманних обчислень основна ідея полягає у перенесенні обчислень ближче до джерел даних (сенсорів). Збір, обробка даних, прогнозування результатів виконується на проміжному пристрої між сенсорами та хмарою, до хмарного середовища передаються лише результати. Такий підхід має певні недоліки, а саме потребу високопродуктивного пристрою, що робить такий підхід дорожчим, що зумовило появлення альтернативних підходів.

Найбільш очевидною альтернативою є класична архітектура хмарних обчислень, основна ідея полягає у наданні обчислювальних ресурсів через віддалені сервери хмарного провайдера замість використання локальної фізичної інфраструктури. Усі обчислення виконуються в хмарному середовищі. Але і такий підхід має досить суттєві недоліки, а саме велику затримку, а також залежність від стабільного інтернет з'єднання.

З огляду на недоліки обох підходів в джерелі [3] запропоновано гібридну архітектуру, яка забезпечує баланс між затримкою та вартістю інфраструктури.

В цій архітектурі в порівнянні з туманною архітектурою в хмару переноситься тільки найбільш ресурсоемна операція – передбачення забруднення повітря у наступні моменти часу, яка може потребувати значних ресурсів і потребує аналізу даних з усіх сенсорів одночасно. Такий підхід все ж таки має недоліки у вигляді потреби відносно високопродуктивного пристрою та залежності від стабільного інтернет з'єднання для здійснення передбачень. Але перевагами є зменшення навантаження на локальні вузли мережі, зменшення обсягу даних, що надсилається до хмари, простіше масштабування.

Література

1. Жуковіна О. В. Гранично допустима концентрація // Фармацевтична енциклопедія [Електронний ресурс]: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3049/granichno-dopustima-koncentraciya>
2. What is AQI? // IQAir [Електронний ресурс]: <https://www.iqair.com/newsroom/what-is-aqi>
3. Guntha R. IoT Architectures for Noninvasive Blood Glucose and Blood Pressure Monitoring // 2019 9th International Symposium on Embedded Computing and System Design (ISED). – 2019. [Електронний ресурс] – DOI: 10.1109/ISED48680.2019.9096233.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗМІТКИ ДАНИХ У ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ НА ОСНОВІ SEMI-SUPERVISED ТА ACTIVE LEARNING

Скуріхін О. В., Петрушина Т. І.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Вступ

У сучасних задачах машинного навчання (Machine Learning, ML) якість та обсяг розмічених даних відіграють ключову роль у побудові ефективних моделей. Незважаючи на значний прогрес у галузі алгоритмів глибокого навчання та комп'ютерного зору, процес підготовки навчальних даних, як і раніше, залишається одним із найбільш трудомістких етапів розробки ML-систем. Особливо це стосується задач, пов'язаних з аналізом зображень, де для навчання потрібна велика кількість коректно розмічених зразків.

Створення таких датасетів часто потребує значних часових та фінансових витрат. У багатьох прикладних галузях – наприклад, у медичній діагностиці, аналізі супутникових знімків чи завданнях промислового контролю дефектів – розмітка зображень повинна виконуватись фахівцями-експертами. Це суттєво обмежує швидкість підготовки даних та ускладнює масштабування проєктів машинного навчання.

В результаті підготовка якісного набору навчальних даних стає одним із основних обмежень при розробці та впровадженні систем машинного навчання. Тому важливою задачею є розробка методів та інструментів, які дозволяють зменшити обсяг ручної розмітки і більш ефективно використовувати наявні дані.

Актуальність та постановка проблеми

Традиційний підхід – повністю кероване навчання (fully supervised learning) – передбачає ручну розмітку всього доступного набору даних, що часто економічно недоцільно через високі витрати, трудомістку роботу та спеціалізований досвід, необхідний для анотування [1].

Для вирішення даної проблеми активно вивчаються методи напівкерованого навчання (Semi-Supervised Learning, SSL) та активного навчання (Active Learning, AL). Використання методів SSL дає можливість навчати моделі одночасно на розмічених та нерозмічених даних [2]. Зазвичай це досягається за рахунок генерації псевдоміток (pseudo-labels), коли модель автоматично надає мітки тим прикладам, у яких достатньо впевнена. Подібні методи широко застосовуються, у тому числі, у задачах комп'ютерного зору та аналізу зображень [4].

Іншим підходом є активне навчання (Active Learning, AL), при якому модель може вибирати найбільш інформативні приклади з пулу нерозмічених даних та надсилати їх на розмітку людині-експерту. Завдяки цьому можна суттєво скоротити кількість об'єктів, що потребують ручного анотування [3].

Комбінування цих методів (SSL та AL) може дозволити одночасно зменшити обсяг ручної розмітки та ефективніше використовувати нерозмічені дані. Однак на практиці такі методи рідко інтегровані безпосередньо в системи розмітки

даних. У багатьох випадках інструменти анотування та алгоритми машинного навчання існують окремо один від одного, що ускладнює їхнє спільне використання в рамках єдиного робочого процесу.

Тому актуальною задачею є розробка інформаційної системи (ІС), яка об'єднує інтерфейс розмітки даних та алгоритми відбору зразків для анотування.

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є зниження витрат на ручну розмітку шляхом розробки прототипу інформаційної системи для анотування наборів даних з зображеннями із застосуванням методів SSL та AL.

Для досягнення цієї мети поставлені наступні задачі:

1. Спроекувати архітектуру ІС, що об'єднує інтерфейс анотування зображень та ML-бекенд.
2. Реалізувати базові стратегії активного відбору (uncertainty sampling) та SSL — автоматичної псевдорозмітки (pseudo-labeling) для завдань бінарної та багатокласової класифікації зображень.
3. Розробити методологію поділу даних та провести серію експериментів на відкритих наборах візуальних даних (наприклад, у домені промислової дефектоскопії чи медичних знімків) з метою оцінки ефективності підходу.

Пропонована методологія та архітектура

На поточному етапі дослідження розглядається для проєктування наступна модульна архітектура системи. Ядро ІС, що розробляється, будується навколо безперервного циклу розмітки (Human-in-the-Loop). Експериментальна частина дослідження передбачає симуляцію реального процесу анотування з використанням відкритих датасетів. Вибірка поділяється на три ізольовані сегменти: початковий розмічений пул (до 5–10% даних для ініціалізації базової, наприклад, CNN-моделі), нерозмічений пул (основний масив зображень) та тестову вибірку.

У процесі ітераційного навчання:

- Модуль SSL автоматично надає псевдомітки зображенням з нерозміченого пулу, передбачення для яких перевищують заданий поріг впевненості (наприклад, $> 95\%$), розширюючи навчальну вибірку без витрат ресурсів людини.
- Модуль AL аналізує дані, що залишилися, і направляє експерту через веб-інтерфейс тільки ті зображення, які мають максимальну передбачувану невизначеність.

Очікувані результати

У рамках виконання проєкта планується отримати такі результати:

1. Розроблено прототип інформаційної системи з модульною архітектурою, що інтегрує модулі SSL та AL, адаптований до завдань класифікації зображень.
2. Результати експериментальної оцінки: порівняння базової моделі (навченої на повністю розмічених зображеннях) та моделі, навченої з використанням ІС.
3. Виконати кількісну оцінку ефективності системи, включаючи аналіз скорочення обсягу ручної розмітки, необхідного для досягнення заданого рівня якості цільових метрик моделі на тестовій вибірці.

Висновок

Інформаційна система, що розробляється, спрямована на підвищення ефективності підготовки даних та зниження витрат на їх розмітку для задач класифікації зображень. Очікується, що інтеграція методів активного та напівкерованого навчання у єдиний інструмент дозволить більш раціонально використовувати ресурси при створенні навчальних датасетів.

Література

1. Challenges of Data Labelling [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.springboard.com/blog/challenges-of-data-labeling/>
2. Van Engelen J., Hoos H. A Survey on Semi-Supervised Learning // Machine Learning, 2020. Vol. 109, p. 373–440
3. Burr Settles. Active Learning Literature Survey. Computer Sciences Technical Report 1648, University of Wisconsin–Madison. 2009. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://burrsettles.com/pub/settles.activelearning.pdf>
4. Ran L., Li Y., Liang G., Zhang Y. Semi-Supervised Semantic Segmentation Based on Pseudo-Labels: A Survey. arXiv preprint, 2024 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/2403.01909>

ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ХМАРНОЇ АРХІТЕКТУРИ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У КОНТЕКСТІ BIG DATA

Терзі Д. Д., Волощук Л. А.

Одеський національний університет імені І.І. Мечнікова

Анотація: запропоновано підхід до побудови хмарної архітектури розподілених інформаційних систем обробки великих даних із використанням мікросервісів, Apache Spark та механізмів масштабування.

Ключові слова: хмарні обчислення, розподілені системи, Apache Spark, обробка даних, масштабування.

У сучасних умовах цифровізації спостерігається стрімке зростання обсягів даних. Традиційні централізовані інформаційні системи (ІС) не здатні

забезпечити необхідний рівень продуктивності та масштабованості при роботі з надвеликими масивами даних, що зумовлює перехід до розподілених систем і використання хмарних обчислень.

Аналіз сучасних підходів до обробки Big Data свідчить, що підвищення ефективності досягається за рахунок використання розподілених та паралельних обчислень, які дозволяють розбити обчислювальні задачі на незалежні підзадачі та виконувати їх одночасно на кількох вузлах кластера [1].

Значну роль у підвищенні ефективності відіграють сучасні фреймворки обробки даних, такі як Apache Hadoop та Apache Spark. Hadoop реалізує модель MapReduce, яка забезпечує масштабованість та відмовостійкість, проте має обмеження, пов'язані з необхідністю запису проміжних результатів на диск. У свою чергу, Spark використовує підхід обчислень у оперативній пам'яті, що дозволяє значно зменшити затримки та підвищити швидкість обробки даних [2].

У контексті розробки інформаційної технології побудови хмарної архітектури розподіленої ІС спрямованої на обробку великих даних ключовим є вибір та поєднання моделей обробки даних, які забезпечуватимуть необхідний баланс між швидкодією системи та ефективністю використання ресурсів.

Зокрема, у рамках дослідження запропоновано наступне:

- розробити гібридну мікросервісну архітектуру системи, що поєднує переваги мікросервісного підходу із централізованими компонентами для управління обробкою даних та координації сервісів;

- реалізувати комбінований підхід до обробки даних, з можливістю їх обробки у batch, stream та micro-batch режимах залежно від типу задачі та вимог до затримки;

- впровадити механізми масштабування та балансування навантаження для адаптації до змінного навантаження, зокрема горизонтальне масштабування обчислювальних вузлів, авто-масштабування на основі метрик навантаження та використання контейнерної оркестрації для управління ресурсами;

- використати Apache Spark як основний інструмент обробки даних для реалізації розподілених обчислень у пам'яті, а також застосувати кешування для зменшення часу повторного доступу до проміжних результатів та оптимізації виконання задач.

З точки зору архітектурної організації, передбачається, що декомпозиція системи на окремі сервіси дозволить ізолювати функціональні компоненти обробки даних, забезпечити їх незалежне масштабування та спростити управління навантаженням. Такий підхід також створює передумови для більш гнучкої інтеграції різних моделей обробки даних.

У межах дослідження запропоновано обґрунтування доцільності комбінованого підходу до обробки даних, оскільки такий підхід дозволить адаптувати систему до різних типів навантаження. Особливу увагу планується приділити використанню мікропакетної моделі як базового механізму, що забезпечує компроміс між складністю реалізації потокової обробки та ефективністю пакетної обробки.

При проектуванні архітектури системи важливим аспектом є визначення стратегій управління обчислювальними ресурсами у хмарному середовищі. Запропоновано дослідити та реалізувати механізми авто-масштабування, які дозволять динамічно змінювати конфігурацію системи відповідно до поточного навантаження. Це є критично важливим для уникнення як перевантаження системи, так і неефективного використання ресурсів.

Очікується, що реалізація запропонованого підходу дозволить зменшити час обробки даних, підвищити продуктивність системи та забезпечити її масштабованість і відмовостійкість.

Таким чином, на основі дослідження існуючих технологій і методів запропонований підхід, що формує основу для розробки інформаційної технології ефективною у контексті обробки надвеликих масивів даних у розподілених хмарних середовищах та може бути використаний при створенні сучасних високонавантажених інформаційних систем.

Література

1. Chih-Fong Tsai, Wei-Chao Lin, Shih-Wen Ke, Big data mining with parallel computing: A comparison of distributed and MapReduce methodologies, Journal of Systems and Software, Volume 122, 2016, Pages 83-92, ISSN 0164-1212, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.09.007>.
2. Siqi Huang, Zhenqiang Xie, Jiayang Wang, Penghui Lv, Wenrong Wang, Design and implementation of big data processing system based on Hadoop, Procedia Computer Science, Volume 259, 2025, Pages 1115-1122, ISSN 1877-0509, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.065>.

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПУ НА БАЗІ ІоТ

Тимошенко О. Є., Волощук Л. А.

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Анотація: в даній роботі представлено аналіз сучасних підходів до розгортання систем управління індустріальним Інтернетом речей (ІоТ) для предиктивного обслуговування високоточного обладнання. Проаналізовано архітектуру типових централізованих та розподілених рішень, що включають

граничні (Edge) та хмарні (Cloud) обчислення. Зроблено висновки щодо ефективності гібридного підходу, а також окреслено можливі напрями подальших досліджень.

Ключові слова: ІоТ, хмарні обчислення, граничні обчислення (Edge computing), гібридна архітектура мереж ІоТ, верстати з ЧПУ, предиктивне обслуговування.

Ідея предиктивного обслуговування (PdM) в епоху Індустрії 4.0 передбачає перехід від реактивного ремонту до прогнозування відмов обладнання на основі аналізу великих даних. Зростання кількості верстатів із числовим програмним управлінням (ЧПУ), які інтегруються в мережі індустриального Інтернету речей (ІоТ), ставить перед підприємствами виклик безперервного збору та обробки високочастотної телеметрії працездатності ЧПУ, яка вимагає створення надійних і масштабованих архітектурних рішень мереж ІоТ [1].

На сьогодні в промисловості застосовуються декілька концептуальних підходів до побудови систем збору та аналізу даних ІоТ, кожен з яких має свої переваги та обмеження [2]. Наприклад, у традиційних локальних системах (On-Premises SCADA / Historian) всі дані з цехів передаються на локальні сервери підприємства. Цей підхід гарантує високу безпеку та незалежність від зовнішнього інтернет-з'єднання, проте він обмежений у обчислювальних ресурсах. У свою чергу пряма передача даних у хмару (Direct-to-Cloud) це централізований підхід, за якого кожен верстат або базовий шлюз безпосередньо транслює всі сирі дані на сервери публічних хмарних провайдерів. Незважаючи на необмежені потужності для аналітики, така архітектура спричиняє критичні затримки (latency) в прийнятті рішень реального часу. Під час вибору того чи іншого підходу для створення архітектури ІоТ мережі конкретного підприємства необхідно аналізувати багато параметрів, які стануть ключовими для влучного вибору реалізації [3].

У доповіді розглядається підприємство машинобудівної галузі з територіально розподіленими філіями та необхідністю відстеження працездатності ЧПУ з єдиного центру. Для обґрунтування вибору архітектурного рішення мережі ІоТ розглядаються такі вимоги до системи як:

- масштабованість обчислювальних ресурсів для навчання предиктивних ML-моделей;
- рівень безпеки та ізоляції промислових даних, що визначає ступінь захисту критичних даних про обладнання від зовнішніх втручань;
- обсяг висхідного трафіку, що генерується високочастотними датчиками (датчики вібрації, температури та інше).

В результаті проведеного аналізу можливих архітектурних рішень, саме гібридна хмарна архітектура (Edge/Cloud), тобто розподілений підхід, визначено як найбільш оптимальний для систем предиктивного обслуговування ЧПУ машинобудівного підприємства. У такій архітектурі локальні сервери підприємства (Edge/Fog) делегують на себе критичні завдання реального часу: збір даних, їх попередню фільтрацію, стиснення та миттєве реагування на аномалії. Глобальна хмара (Cloud) натомість звільняється від рутинного трафіку і використовується для агрегації метаданих з усіх філій, ресурсомісткого навчання предиктивних ML-моделей та формування довгострокової бізнес-аналітики.

Загалом, впровадження гібридної (Edge/Cloud) архітектури управління ПоТ є одним з ефективних засобів для розгортання систем предиктивного обслуговування верстатів з ЧПУ. Вона забезпечує необхідний баланс між локальною автономністю обладнання та глобальними аналітичними потужностями хмарних середовищ. Подальші наукові розвідки у цій сфері доцільно спрямувати на оптимізацію алгоритмів динамічного розподілу обчислювального навантаження між локальними серверами та хмарою, а також дослідження можливостей інтеграції технологій федеративного навчання (Federated Learning) для тренування глобальних предиктивних моделей без передачі конфіденційних даних за межі підприємства.

Література

1. Ribeiro, M. [et al.]. TIP4.0: Industrial Internet of Things Platform for Predictive Maintenance. – MDPI., 2021 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/14/4676>
2. Edge vs Cloud Computing in PoT: A Guide for Manufacturers., 2026 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.manufacturenw.in/blogs/edge-computing-iiot>
3. Chumachenko D.K., Liubchenko V.V. A systematic approach to selecting architectural patterns for IoT development – Applied Aspects of Information Technology, 2025 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aait.od.ua/index.php/journal/article/view/178/178>

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ТА СОРТУВАННЯ У ПРОФІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

Бойко О. П., Блохін М. Ю.

Університет Ушинського

У сучасних умовах розвитку інформаційного суспільства особливої значущості набуває формування в учнів здатності ефективно працювати з

даними, що передбачає володіння алгоритмічними підходами до їх обробки. Алгоритми пошуку та сортування становлять фундамент обчислювальних процесів і лежать в основі функціонування більшості програмних систем, що зумовлює їх ключову роль у змісті навчання інформатики.

Відповідно до навчальної програми з інформатики для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень), значна увага приділяється формуванню в учнів умінь аналізувати алгоритми, оцінювати їх ефективність та застосовувати для розв'язання практичних задач. У цьому контексті алгоритми пошуку та сортування виступають важливим засобом розвитку алгоритмічного мислення та підготовки учнів до подальшого вивчення інформатики у закладах вищої освіти.

Водночас аналіз практики навчання свідчить про наявність низки суперечностей. З одного боку, алгоритми пошуку та сортування широко представлені у змісті навчання, з іншого — їх вивчення часто має формальний характер і зводиться до відтворення готових алгоритмів без усвідомлення умов їх ефективного застосування. Учні нерідко не пов'язують вибір алгоритму з характеристиками вхідних даних, що свідчить про недостатній рівень сформованості навичок аналізу та прийняття алгоритмічних рішень.

Крім того, недостатньо реалізується потенціал практико-орієнтованого підходу, який передбачає дослідження алгоритмів у контексті реальних задач, експериментальне порівняння їх ефективності та використання засобів візуалізації. Це знижує рівень мотивації учнів та обмежує можливості формування компетентностей, передбачених сучасними освітніми стандартами.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю вдосконалення методичних підходів до навчання алгоритмів пошуку та сортування у профільному курсі інформатики, спрямованих на забезпечення усвідомленого вибору алгоритмів, розвиток алгоритмічного мислення та формування здатності застосовувати знання у практичній діяльності.

Метою дослідження є обґрунтування методичних підходів до навчання алгоритмів пошуку та сортування, спрямованих на формування в учнів здатності свідомо обирати алгоритми залежно від умов задачі.

У роботі запропоновано підхід, що базується на поєднанні теоретичного вивчення алгоритмів із практико-орієнтованими завданнями та їх порівняльним аналізом. Основними елементами методики є:

- візуалізація роботи алгоритмів (покрокове виконання, анімації);
- експериментальне дослідження часу виконання алгоритмів на різних наборах даних;
- порівняння алгоритмів за складністю та ефективністю;

- застосування алгоритмів до розв’язування прикладних задач (упорядкування даних, пошук у великих масивах).

Особливу увагу приділено формуванню в учнів уміння аналізувати ефективність алгоритмів, що реалізується через дослідження залежності часу виконання від розміру вхідних даних. Такий підхід сприяє переходу від інтуїтивного до усвідомленого вибору алгоритмічних рішень.

У межах дослідження розроблено систему завдань, яка включає як базові вправи, так і задачі підвищеної складності, що вимагають вибору найбільш ефективного алгоритму. Наприклад, задачі на пошук елемента у відсортованому та невідсортованому масиві або задачі на оптимізацію сортування великих обсягів даних.

Очікуємо, що результати апробації засвідчать, що запропонований підхід сприяє більш глибокому розумінню алгоритмів, розвитку навичок аналізу та підвищенню рівня сформованості алгоритмічного мислення учнів. І, таким чином, ми підтвердимо гіпотезу про те, що навчання алгоритмів пошуку та сортування у профільному курсі інформатики має здійснюватися на основі поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, що забезпечує формування ключових компетентностей учнів.

Література

1. Інформатика. Навчальна програма для учнів 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень) [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – 2017. – Режим доступу: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58876/> (дата звернення: 20.03.2026).
2. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms. – 3rd ed. – Cambridge : MIT Press, 2009. – 1312 p.
3. Rethinking Informatics Education [Електронний ресурс] // Digital First Network. – 2025. – Режим доступу: <https://digitalfirstnetwork.eu/rethinking-informatics-education/> (дата звернення: 20.03.2026).
4. Решевська К. С., Циммерман Г. А. Курс інформатики в профільній школі : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика)» [Електронний ресурс]. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, [б. р.]. – Режим доступу: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/22368/3/0059904.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).

МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ІОТ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ІЗ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Щербина Є. Д., Шпінарева І. М.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

За останні роки впровадження технологій щодо автоматизації бізнес-процесів на підприємствах значно посилилось через значні переваги: зменшення впливу людського фактора; надання додаткових послуг та покращення надання вже існуючих послуг (наприклад, відстеження посилок та прогнозування строку доставки в поштових компаніях); збір та аналітика даних, що дозволяє оптимізувати витрати, використовуючи, наприклад, прогностичне обслуговування [1].

Суттєво сприяють впровадженню дослідження в сфері побудови цифрових двійників. Цифрові двійники – віртуальні репрезентації об'єктів, систем та процесів реального світу. Особливого розвитку зазнали технології, методи та фреймворки щодо побудови цифрових двійників ІоТ-пристроїв, що можуть бути інтегровані у гетерогенні системи за допомогою стандартизованих рішень. Серед них окремої уваги заслуговують: AAS (Asset Administration Shell) – стандарт, що дозволяє описувати активи за допомогою уніфікованої метаданих інформації для покращення інтероперабельності пристроїв у системах; OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) – стандарт, що дозволяє організувати безпечну, надійну та сумісну комунікацію між пристроями та системами від різних виробників; NGSI-LD (Next Generation Service Interface – Linked Data) – стандарт, що дозволяє вирішити проблему гетерогенності та відсутності контексту даних, що отримуються з ІоТ-пристроїв; Sparkplug B – специфікація, що описує стандартизований обмін даними для промислових та розподілених ІоТ-систем, що використовують MQTT (Message Queue Telemetry Transport) задля комунікації між сервісами та пристроями [2-6].

Важливим етапом розвитку цифрових двійників є впровадження методів машинного навчання, що швидко розвиваються та можуть суттєво змінити системи прийняття рішень, однак наразі не існує стандартизованого підходу для побудови цифрового двійника всієї ІоТ-системи для подальшого використання з моделями машинного навчання та агентними системами через складнощі аналізу розрізненої та не збагаченої контекстом інформації [7].

Для вирішення описаної вище проблеми пропонується впровадження нової гібридної методології, основаної на розподіленій мікросервісній архітектурі з трубопроводами даних задля інтеграції з сервісами машинного навчання та агентними системами; використанні Sparkplug B для надійної та стандартизованої передачі інформації з граничних пристроїв; використанні AAS

зادля збагачення даних додатковою статичною метаінформацією задля перевірки коректності отриманих даних, побудови бізнес-правил тощо; використанні NGSИ-LD для збагачення даних контекстуальною метаінформацією задля відстежування та обробки взаємозв'язків у системі.

Розроблений за запропонованою методологією цифровий двійник має забезпечувати наступні властивості: абстракція на рівні взаємодії з та між пристроями; підтримка роботи з гетерогенними даними та динамічною топологією мережі; реалізація замкненого контуру управління (Control Loop) через підтримку двосторонніх потоків даних; «безшовна» зміна середовища з реального на симуляційне задля тестування гіпотез та аналітики; безпечність передачі інформації; стійкість до критичних помилок на окремих сервісах розподіленої системи; консистентність даних; простежуваність даних.

Література

1. Warwick I. The Role of Data Analytics and Digital Twin Technologies in Enhancing Smart Factory Performance / I. Warwick // Preprints. 2026. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202603.2098.v1>.
2. Adolphs P. Details of the Asset Administration Shell. Part 1: The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0. Version 3.0RC02 / P. Adolphs, H. Bedenbender, J. Dirzus, M. Hankel, R. Heidel, M. Hoffmeister // Platform Industrie 4.0. 2022. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29893.87523>.
3. Da Silva J. T. A Survey on OPC UA Protocol: Overview, Challenges and Opportunities / J. T. Da Silva, A. L. Dias, I. N. Da Silva // 2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). 2023. P. 1114-1120. DOI: <https://doi.org/10.1109/INDUSCON58041.2023.10375053>.
4. Bees D. NGSИ-LD API: for Context Information Management / D. Bees, L. Frost, M. Bauer, M. Fisher, W. Li // ETSI White Paper. 2019. No. 31. URL: https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp31_NGSИ_API.pdf
5. Sparkplug Specification: Version 3.0.0 / Eclipse Sparkplug Working Group ; The Eclipse Foundation. 2022. 165 p. URL: <https://sparkplug.eclipse.org/specification/version/3.0/documents/sparkplug-specification-3.0.0.pdf>.
6. Usmani M. F. MQTT Protocol for the IoT - Review Paper / M. F. Usmani ; Frankfurt University of Applied Sciences. 2021. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26065.10088>.
7. Kyriaki E. Machine learning, artificial intelligence and digital twins: an up-to-date review analysis of the latest-era technologies in the urban building sector / E. Kyriaki, E. Giama // International Journal of Sustainable Energy. 2025. Vol. 44, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786451.2025.2544238>

ДО ПИТАННЯ ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ

Бойко О. П., Рибак О. В.

Університет Ушинського

У сучасних умовах розвитку цифрової освіти навчання веб-технологій у старшій школі набуває особливої актуальності, оскільки пов'язане з формуванням практичних умінь створення цифрових продуктів та розвитку інформатичної компетентності учнів. Ефективність цього процесу значною мірою залежить від доцільного добору засобів навчання, які забезпечують поєднання теоретичної підготовки та практичної діяльності.

Водночас аналіз науково-методичних джерел і практики навчання свідчить, що використання засобів навчання веб-технологій часто має фрагментарний характер і не спирається на їх систематизацію. Це ускладнює обґрунтований вибір інструментів навчання та знижує ефективність організації освітнього процесу. У зв'язку з цим постає необхідність розгляду питання класифікації засобів навчання веб-технологій.

Зазначимо, що класифікація засобів навчання не є самоціллю дослідження, проте її розроблення є важливим методичним етапом, який дозволяє впорядкувати наявні інструменти та визначити їх дидактичний потенціал. Вона виступає підґрунтям для подальшого проєктування методичних матеріалів і організації навчальної діяльності учнів.

Класифікація засобів навчання веб-технологій дозволяє розв'язати низку важливих методичних завдань, зокрема:

- здійснити обґрунтований добір засобів відповідно до цілей і змісту навчання;
- визначити функції кожного засобу в освітньому процесі (подання матеріалу, формування умінь, контроль);
- забезпечити узгодженість між етапами навчання та використовуваними інструментами;
- організувати навчальну діяльність учнів на засадах практико-орієнтованого підходу;
- підвищити ефективність формування предметних і ключових компетентностей.

У межах дослідження засоби навчання веб-технологій доцільно класифікувати за дидактичним призначенням, технологічною основою та рівнем інтерактивності, що дозволяє комплексно охарактеризувати їх можливості та умови використання у навчальному процесі.

Таким чином, розгляд питання класифікації засобів навчання веб-технологій є необхідним етапом наукового дослідження, який забезпечує методичну обґрунтованість їх використання та створює передумови для підвищення ефективності навчання у старшій школі.

З метою систематизації засобів навчання веб-технологій було розроблено їх класифікацію, представлену в таблиці 1.

Таблиця 1. Класифікація засобів навчання веб-технологій у старшій школі

Критерій класифікації	Група засобів	Характеристика	Приклади	Дидактичні можливості
За дидактичним призначенням	Засоби подання навчального матеріалу	Орієнтовані на ознайомлення з теоретичними основами веб-технологій	презентації, відеоуроки, онлайн-довідники HTML/CSS	Формування базових знань, пояснення понять
	Засоби формування практичних умінь	Забезпечують виконання практичних дій зі створення веб-ресурсів	CodePen, Replit, VS Code	Розвиток практичних навичок програмування
	Засоби контролю та оцінювання	Дають змогу перевірити рівень засвоєння матеріалу	Google Forms, Moodle	Діагностика результатів навчання
	Засоби візуалізації	Сприяють розумінню структури веб-сторінок	wireframe-інструменти, візуальні редактори	Формування уявлень про структуру і дизайн
За технологічною основою	Локальні засоби	Працюють на комп'ютері користувача	VS Code, локальні сервери	Робота без інтернету, гнучке налаштування
	Хмарні засоби	Працюють через браузер	CodePen, Replit, GitHub Pages	Доступність, спільна робота, швидкий старт
За рівнем інтерактивності	Пасивні	Передбачають сприйняття інформації	відео, презентації	Первинне ознайомлення
	Інтерактивні	Забезпечують взаємодію з середовищем	онлайн-редактори, тренажери	Активне навчання, закріплення знань
	Дослідницькі	Орієнтовані на створення власного продукту	проектні середовища, GitHub	Розвиток творчості, проектна діяльність

Запропонована класифікація дозволяє обґрунтовано добирати засоби навчання відповідно до дидактичних цілей та етапів освітнього процесу, а також забезпечує ефективну організацію практичної діяльності учнів.

ВІЗУАЛЬНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ КОДУ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОЇ ГРАМОТНОСТІ НА ПОЧАТКОВОМУ ЕТАПІ ВИВЧЕННЯ PYTHON

Халецька К. В., Бойко О. П.

Рішельєвський науковий лицей, Університет Ушинського

У сучасній педагогічній парадигмі формування алгоритмічного мислення розглядається як фундаментальний складник інтелектуального розвитку, що передує етапу професійного самовизначення. Проте імплементація раннього навчання алгоритміки виявляє суттєву суперечність: високий рівень абстракції, іманентно притаманний мовам програмування, створює когнітивну дистанцію, яка стає критичним бар'єром для учнів старших класів (з урахуванням того, що в закладах загальної середньої освіти профілізація починається з 10 класу).

Для наукового лицю, де стратегія ранньої профілізації (з 8 класу) визначає архітектуру освітнього процесу, ця детермінованість є особливо значущою. У такому контексті програмування трансформується з прикладної дисципліни в універсальну мову наукового моделювання, що висуває жорсткі вимоги до інтелектуального базису здобувачів освіти. Відповідно, подолання розриву між складністю теоретичних концептів та особливостями їх сприйняття стає пріоритетним методичним завданням для забезпечення неперервності фахової підготовки майбутніх дослідників. Відтак, пропедевтична робота у 5–6 класах стає універсальним адаптаційним етапом, що формує необхідний когнітивний ресурс для успішної профілізації незалежно від її часових рамок — як у межах раннього старту з 8 класу в наукових лицях, так і при переході до профільного навчання в 10 класах закладів загальної середньої освіти.

Водночас ця проблема є наскрізною для всієї освітньої вертикалі. Незалежно від інтенсивності і різноманітності програм, ключовим викликом для викладача залишається пошук способів візуалізації «невидимих» алгоритмічних процесів. Оскільки саме цей етап є визначальним для формування інженерно-технологічного базису, критично важливо трансформувати сухі теоретичні структури у наочні моделі. Без такої інструментальної адаптації професійна підготовка майбутнього фахівця втрачає свою системність і цілісність уже на старті, що робить розробку дієвих методик візуалізації пріоритетним завданням як для профільної, так і для загальної середньої школи [2].

Центральним елементом методики навчання алгоритмізації і програмування є перехід від статичного сприйняття коду до динамічного моделювання. Використання виконавця (Turtle) дозволяє учневі спостерігати за кожним логічним кроком у реальному часі, що перетворює процес написання програми

на експериментальне дослідження, що узгоджується з концепцією Нової української школи [1].

Особливого значення набуває ефект миттєвого зворотного зв'язку. У класичному текстовому програмуванні помилка в синтаксисі чи логіці часто залишається для початківця «чорною скринькою», викликаючи лише повідомлення про збій. Натомість у візуальному середовищі будь-яке порушення послідовності дій, наприклад, невірний кут повороту чи хибна кількість ітерацій у циклі, миттєво відображається у вигляді деформованого графічного об'єкта.

Така наочна деформація виконує роль об'єктивного індикатора логічного збою, який зрозумілий учневі без додаткових пояснень вчителя. Це активує критичне мислення: учень самостійно порівнює «очікуваний результат» із «отриманим на екрані», що запускає процес природного рефакторингу. Таким чином, візуальна інтерпретація стає не просто допоміжним засобом, а автономним інструментом контролю, який стимулює перехід від копіювання команд до усвідомленого проектування алгоритмічних структур.

Практична реалізація візуально-орієнтованого підходу ґрунтується на синергії просторової уяви та базових алгоритмічних конструкцій. У процесі побудови геометричних примітивів фокус навчання зміщується з репродуктивного засвоєння синтаксису на активне проектування поведінки виконавця. Такий підхід є методологічно виправданим у межах пропедевтичного курсу Python для учнів 5–6 класів, оскільки дозволяє адаптувати складність програмування до когнітивних можливостей молодших підлітків [4].

Кожна операція — зміна вектору руху черепашки на певну кількість градусів чи лінійне переміщення — виступає для учня елементарним логічним актом. Сукупність таких дій формує цілісну структуру алгоритму, де абстрактні команди набувають конкретного візуального втілення. Це перетворює написання коду на процес свідомого конструювання об'єктів, де правильність логічних зв'язків миттєво підтверджується графічною точністю результату.

Особливу роль відіграє перехід до ітераційних процесів. Використання циклу `for` для створення правильних багатокутників стає першим досвідом оптимізації коду. Тут виникає ситуація, де математична логіка стає інструментом досягнення візуальної мети: учень має усвідомити взаємозв'язок між кількістю сторін фігури та повторюваністю команд.

Будь-яке відхилення від очікуваної форми об'єкта на екрані сприймається не як абстрактна помилка компілятора, а як реальний логічний дефект, що потребує виправлення. Зазначений підхід інтенсифікує розвиток аналітичних здібностей: через зіставлення теоретично побудованої моделі алгоритму з результатами її програмної реалізації учень опановує навички критичного оцінювання власних

дій. У такому контексті графічна інтерпретація стає інструментом об'єктивної верифікації, що надає здобувачу освіти можливість без сторонньої допомоги локалізувати логічні дефекти та здійснювати корекцію коду. Це забезпечує поступовий перехід від інтуїтивного написання команд до системного розуміння алгоритмічних структур, що є базовою умовою формування свідомої цифрової компетентності [3].

Резюмуючи викладене, варто наголосити, що імплементація методів візуальної інтерпретації алгоритмічних структур постає фундаментальним складником сучасної освітньої парадигми. Застосування графічних модулів як засобів об'єктивної верифікації дозволяє усунути дисонанс між академічною абстрактністю програмного коду та прикладними завданнями навчального процесу.

У межах наукового ліцею зазначений підхід формує методологічне підґрунтя ранньої профілізації, перетворюючи інструментарій програмування на універсальну мову наукового моделювання. Водночас у системі загальноосвітньої школи візуалізація виступає гарантом доступності складного технологічного матеріалу, забезпечуючи формування системного алгоритмічного базису в кожного здобувача освіти.

Конвергенція теоретичних концептів із наочними моделями інтенсифікує процеси автономної перевірки та оптимізації структури логічних побудов, що є першоосновою для проєктування безперервної освітньої траєкторії фахівця. Отже, зміщення акцентів із репродуктивного опанування синтаксису в бік свідомого конструювання візуальних алгоритмів безпосередньо детермінує якість підготовки кадрового потенціалу для високотехнологічних секторів уже на пропедевтичному рівні.

Література

1. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Т. П. Кобильник, О. В. Сікора, В. Б. Жидик та Шаран О. В., «Python як інструмент для навчання основ алгоритмізації у закладах загальної середньої освіти», ІТЛТ, т. 89, № 3, с. 16–32, червень 2022, URL: [10.33407/itlt.v89i3.4896](https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4896)
3. В. М. Базурін, «Середовища програмування як засіб навчання учнів основ програмування», ІТЛТ, вип. 59, вип. 3, с. 13-27 Чер 2017. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v59i3.1601>
4. П. Х. Шевчук, «Основні підходи до мови та програмування середовища як засоби навчання», ІТЛТ, вип. 17, вип. 3, Вер 2010. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v17i3.251>.

ВИКЛАДАННЯ РОЗДІЛУ «MS EXCEL» КУРСУ ІНФОРМАТИКИ З РОЗВ'ЯЗАННЯМ ЗАДАЧ ЖИТТЄВОЇ ПРАКТИКИ

Кобякова Л. М., Рябова М.

Університет Ушинського

Для вивчення Excel-ю ми пропонуємо тематики фінансової математики, тому що во-лодіння навичками розв'язання типових фінансових задач – корисна навичка для повсякденно-го життя, і тому студенти зацікавлені в їх опануванні.

Бібліотека стандартних функцій Excel містить 50+ стандартних функцій фінансової математики, але вони не охоплюють всіх типових задач фінансової математики, тому для розв'язання деяких задач потрібно вміти писати користувацькі функції МП VBA.

Теми курсу:

1. Інструментарій
2. Облікові, відсоткові ставки, ренти, інфляція
3. Кредитування
4. Інвестиційні проекти
5. Портфель цінних паперів
6. Страхування

Лабораторні роботи:

1. Інструментарій: стандартні фінансові функції; користувацькі функції; підбір пара-метру; пошук рішення, select case.
2. Часові та грошові формати
3. Сімейний бюджет (планування і облік витрат і доходів)
4. Кредитування: облікові, відсоткові ставки, види кредитів; схеми погашення креди-тів
5. Вклади: доходність, інфляція
6. Інвестиційний проект: ренти, період окупності, індекс прибутковості
7. Портфель цінних паперів: ціна і доходність облігацій, акцій; доходність, ризики, оптимізація портфелю.
8. Страхування: страхові ймовірності; нетто-премія, страхування на дожиття; страху-вання життя.

Приклади типових завдань:

1. позика була видана 22 лютого 2024 року на період до 31 липня включно, обчисліть кількість днів позики: а) точно, б) за методом NASD, в) за європейським методом
2. сума кінцевого платежу актуарним методом
3. індекс цін за темпами інфляції
4. сума вкладу з урахуванням інфляції

5. сума рахунку в банку за простою процентною ставкою
6. сума податку
7. залишок боргу при погашенні заборгованості частинами
8. майбутня вартість вкладу при змішаному нарахуванні відсотків
9. майбутня вартість вкладу з урахуванням інфляції
10. ціна та прибутковість акції
11. прибутковість різних типів облігацій
12. курс облігації
13. значення таблиць смертності
14. значення комутаційних функцій
15. нетто-премії при страхуванні на дожиття та при страхуванні життя

Література

1. Mike McGrath. EXCEL VBA in easy steps. 3rd Edition. 2021.
2. Заболоцький М.В., Прокопів І.А. Основи фінансової математики: навч. пос. Львів, 2016. 144 с

АРХІТЕКТУРА БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ IEEE 802.11

Солощенко А. В., Каменєва А. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Архітектура бездротових мереж, що відповідають стандарту IEEE 802.11 [1], визначає підходи до організації, взаємодії та керування компонентами, які працюють у радіочастотному середовищі. Вона регламентує структуру мережі, режими функціонування, методи доступу до середовища передавання та механізми захисту інформації. До базових елементів такої мережі належать точки доступу та клієнтські адаптери. Точка доступу виконує роль центрального вузла, забезпечуючи підключення користувачів, тоді як адаптери здійснюють приймання і передавання сигналу. Передавання даних у мережі може відбуватися як через точку доступу, так і безпосередньо між пристроями, залежно від обраного режиму роботи [2].

Ключовим структурним елементом є станція (STA), під якою розуміють будь-який пристрій із підтримкою стандарту IEEE 802.11, оснащений бездротовим інтерфейсом і здатний взаємодіяти з іншими вузлами мережі. До таких пристроїв належать персональні комп'ютери, мобільні телефони, вбудовані модулі та пристрої Інтернету речей [3].

Центральну роль у побудові мережі відіграє точка доступу (AP), яка координує обмін даними між клієнтськими пристроями та забезпечує їх інтеграцію з дротовою інфраструктурою, найчастіше реалізованою на базі

Ethernet. Окрім функцій комутації, вона також відповідає за керування доступом до середовища передавання та виконання процедур автентифікації.

Логічною одиницею організації мережі є базовий набір сервісів (BSS), що включає одну точку доступу та всі підключені до неї станції. Кожен BSS ідентифікується унікальним ідентифікатором BSSID, який дозволяє відрізнити його серед інших мереж у радіоефірі.

Об'єднання кількох базових наборів сервісів за допомогою розподільчої системи формує розширений набір сервісів (ESS). Такий підхід забезпечує покриття значних територій і дозволяє користувачам переміщатися між зонами дії різних точок доступу без втрати з'єднання, реалізуючи механізм роумінгу.

Розподільча система (DS) виконує функцію передавання даних між точками доступу та об'єднання бездротових сегментів у єдину мережу. У більшості випадків вона базується на дротовій інфраструктурі, яка забезпечує високошвидкісний транспорт даних між вузлами.

Мережі стандарту IEEE 802.11 можуть функціонувати в різних режимах. Найбільш поширеним є інфраструктурний режим, у якому всі обміни здійснюються через точку доступу. Саме цей режим використовується в більшості побутових і корпоративних мереж. Альтернативою є режим Ad-hoc (IBSS), де пристрої взаємодіють безпосередньо один з одним без використання центрального вузла, що характерно для тимчасових або малих мереж.

Стандарт охоплює фізичний рівень (PHY) та підрівень керування доступом до середовища (MAC). Для зменшення ймовірності колізій використовується метод CSMA/CA, який передбачає попередню перевірку каналу перед передаванням і застосування випадкових затримок.

Особлива увага приділяється питанням безпеки. У межах стандарту реалізовано механізми автентифікації та шифрування, серед яких WEP, WPA, WPA2 і WPA3. Сучасні реалізації орієнтовані на використання надійних криптографічних алгоритмів і динамічних ключів, що підвищує рівень захисту переданих даних.

Отже, архітектура IEEE 802.11 забезпечує гнучкість, масштабованість і мобільність користувачів. Ієрархічна структура на основі BSS та ESS дозволяє створювати як локальні бездротові мережі, так і розгалужені корпоративні системи з централізованим керуванням і підтримкою безшовного роумінгу. Грамотне проектування такої архітектури є визначальним чинником досягнення необхідного рівня продуктивності, надійності та інформаційної безпеки [3].

В роботі розроблено архітектуру бездротової мережі з використанням технології Wi-Fi бездротового доступу до мережі, що реалізовано через маршрутизатор, підключений до провайдера та здатний забезпечувати покриття

в межах визначеної зони. Оскільки передавання даних здійснюється за допомогою радіохвиль, такі мережі можуть бути вразливими до несанкціонованого доступу, особливо у відкритих середовищах, що обумовлює необхідність застосування сучасних засобів захисту інформації.

Література

1. Офіційна сторінка робочої групи стандарту IEEE 802.11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ieee802.org/11/?utm_source (дата звернення: 14.04.2026).
2. Порівняння стандартів Wi-Fi. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://netwave.ua/vse-shcho-potribno-znaty-pro-bezdrotovi-merezhi-wlan-robudovabezpeka-ta-keruvannya/> (дата звернення: 14.04.2026).
3. Е. Д. Амірханов. «Електронний навчально-методичний фонд «Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління». 2015. URL: <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/943/view/1080> (дата звернення: 14.04.2026).

ОСОБЛИВОСТІ МЕРЕЖ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ

Романченко В. С., Мартинович Л. Я.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

В роботі розглянуто особливості побудови мереж систем контролю та доступу. Мережу в інженерному контексті доцільно розглядати як інтегровану сукупність технічних пристроїв і каналів зв'язку, які взаємодіють між собою в межах визначеної території та забезпечують обмін даними між вузлами системи. У системах контролю та управління доступом така мережа виконує роль базової транспортної інфраструктури, через яку передаються сигнали керування, службові повідомлення та інформація про події між контролерами, серверним обладнанням і робочими місцями операторів.

Побудова мереж доступу може здійснюватися як на основі кабельних, так і бездротових технологій. Найбільш поширеним рішенням для локальних мереж залишається Ethernet, що забезпечує стабільний зв'язок і високі швидкості передавання даних завдяки використанню мідних або оптоволоконних середовищ. Бездротові технології, зокрема Wi-Fi, доцільно застосовувати в умовах, де прокладання кабельної інфраструктури є складним або економічно невигідним. Технології короткого радіусу дії, такі як Bluetooth, можуть використовуватися як допоміжні, однак у СКУД [1] вони не є основними засобами передавання даних. Для забезпечення зв'язку між віддаленими

сегментами доцільно застосовувати волоконно-оптичні лінії або інші широкопasmові канали.

Мережа доступу є складовою телекомунікаційної системи, яка забезпечує підключення кінцевих пристроїв до центрального вузла обробки інформації. У системах СКУД це означає організацію надійного зв'язку між контролерами точок проходу, сервером керування та суміжними підсистемами безпеки. Топологія такої мережі може реалізовуватися у вигляді зірки, ієрархічної структури або гібридної схеми, що поєднує кілька підходів залежно від масштабів об'єкта.

Передавання даних у таких мережах базується на використанні стандартних мережевих протоколів, зокрема стеку TCP/IP. IP-орієнтований підхід дозволяє інтегрувати систему доступу в загальну інформаційну інфраструктуру об'єкта, забезпечити централізоване адміністрування та реалізувати механізми віддаленого контролю. Логічна організація мережі передбачає впорядкування адресного простору, сегментацію трафіку та впровадження політик доступу для різних груп пристроїв.

До складу мережі системи контролю доступу входять клієнтські пристрої, контролери точок проходу, мережеві комутатори, маршрутизатори та сервери керування.

Функціонально мережа СКУД забезпечує оперативне передавання і обробку інформації про події доступу, централізоване зберігання журналів, керування правами користувачів і можливість дистанційного адміністрування. Важливим аспектом є захист інформації від несанкціонованого втручання. Надійність роботи підтримується шляхом резервування каналів зв'язку та джерел живлення.

Сучасні мережі систем доступу активно інтегруються з підсистемами відеоспостереження та охоронної сигналізації, формуючи єдиний інформаційно-безпековий комплекс [2]. У таких рішеннях використовуються високошвидкісні Ethernet-мережі, оптоволоконні магістралі для зв'язку між віддаленими вузлами та програмно-керовані підходи до адміністрування мережевої інфраструктури. Застосування технологій віртуальних приватних мереж дозволяє організувати захищений віддалений доступ до серверів керування через публічні канали зв'язку.

Під час проєктування мережі системи контролю та управління доступом було враховувати масштаб об'єкта, вимоги до безпеки, очікуване навантаження, сумісність із наявною інфраструктурою та бюджетні обмеження. Важливим є забезпечення достатньої продуктивності та можливості подальшого розширення без суттєвої перебудови архітектури. Таким чином, мережа СКУД виступає не

просто каналом передавання даних, а комплексною інженерною системою, що забезпечує функціонування всієї інфраструктури контролю доступу на об'єкті.

Література

1. Які бувають різновиди СКУД? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bas-ip.kiev.ua/shcho-take-skud-i-yak-orhanizuvaty-systemu-kontroliu-dostupu-v-ofisi-chy-inshomu-objekti/> (дата звернення: 14.04.2026).
2. Прокопенко М. Системи безпеки: технології, що оберігають сучасний світ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zhzh.info/publ/73-1-0-27867> (дата звернення: 14.04.2026).

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕТАПУ RETRIEVAL У RAG-СИСТЕМАХ ЗАСОБАМИ КЛАСТЕРНОГО ТА КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ

Геращенко С. Т., Платонов В. В.

Одеський національний університет імені І.І.Мечнікова

Анотація. У роботі розглядається проблема оптимізації пошуку релевантного контексту (Retrieval) у системах генерації, доповненої пошуком (RAG). Запропоновано підхід до попередньої обробки векторних представлень (ембедингів) за допомогою авторської реалізації алгоритмів дивізивної кластеризації та канонічного кореляційного аналізу без використання високорівневих стандартних бібліотек. Це дозволяє знизити обчислювальні витрати та підвищити точність вилучення інформації в умовах обмежених ресурсів.

Ключові слова: RAG-системи, дивізивна кластеризація, канонічний кореляційний аналіз, векторні бази даних, машинне навчання, обробка природної мови.

Стрімкий розвиток великих мовних моделей (LLM) виявив їх фундаментальне обмеження — схильність до «галюцинацій» та відсутність доступу до актуальних або закритих корпоративних даних [1]. Архітектура RAG (Retrieval-Augmented Generation) вирішує цю проблему, додаючи етап динамічного пошуку релевантного контексту у векторній базі даних перед генерацією відповіді [1]. Проте зі зростанням обсягів документів стандартні методи пошуку стикаються з проблемою продуктивності та втрати семантичних зв'язків у багатовимірному просторі [2].

Метою даного дослідження є підвищення ефективності етапу Retrieval шляхом математичного моделювання нестандартних пайплайнів обробки векторних даних (ембедингів) за допомогою статистичних алгоритмів, реалізованих мовою Python на базовому рівні.

Першим етапом запропонованої моделі є структурування простору документів за допомогою алгоритму дивізивної кластеризації (ієрархічний підхід «зверху-вниз») [2]. На відміну від популярного методу K-Means [2, 3], дивізивний підхід дозволяє більш точно розділяти масиви текстів зі складною семантичною структурою. Написання алгоритму без залучення «важких» бібліотек дозволило гнучко налаштувати критерії розщеплення кластерів, спираючись на специфіку дисперсії текстових векторів.

Другим етапом є застосування канонічного кореляційного аналізу (Canonical Correlation Analysis, CCA) для узгодження простору запитів та простору документів [3]. Впроваджений алгоритм CCA знаходить лінійні комбінації ознак обох наборів векторів, які мають максимальну взаємну кореляцію [3].

Програмна реалізація розробленої математичної моделі була виконана мовою Python. Відмова від готових рішень під час імплементації математичного ядра дозволила уникнути надмірності коду та оптимізувати роботу системи на рівні матричних обчислень.

Таким чином, використання кастомних статистичних моделей на етапі препроцесингу в RAG-системах відкриває нові можливості для створення швидких та точних інтелектуальних пошукових систем. Запропонована архітектура може бути успішно інтегрована в локальні освітні та корпоративні середовища з обмеженими апаратними ресурсами.

Література

1. Lewis P., et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2020. Vol. 33. P. 9459-9474.
2. Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008. 482 p.
3. Хайкін С. *Нейронні мережі: повний курс*. 2-ге вид. Київ: Видавничий дім «Вільямс», 2018. 1104 с.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА: СИСТЕМНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Богдан О. О., Попков В. Д., Шарінова І. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: комп'ютерна графіка, растрове зображення, векторне зображення, 3D, 2D, анімація, GPU

Комп'ютерна графіка охоплює цифрові зображення, анімацію, інтерактивні елементи, двовимірні та тривимірні об'єкти. Вона активно використовується в галузях науки, освіти, віртуальної реальності, а також під час розробки

інтерфейсів користувача, моделювання геометричних об'єктів, рендерингу та створення анімації. У багатьох джерелах комп'ютерну графіку також позначають скороченням CG (Computer Graphic). Комп'ютерну графіку можна розглядати як маніпулювання та представлення зображення або даних у графічному вигляді, цифровий синтез та його різновиди.

У сучасну цифрову епоху технології комп'ютерної графіки революціонізували те, як ми сприймаємо візуальну інформацію та взаємодіємо з нею, відіграючи ключову роль у архітектурному проектуванні, медичній візуалізації тощо. Існує кілька інструментів, що використовуються для реалізації комп'ютерної графіки: базовий файл `graphics.h` у Turbo-C, Unity для просунутих варіантів, і навіть OpenGL.

Одним із базових інструментів у навчальних цілях є бібліотека `graphics.h` у середовищі Turbo C. Для більш складних і сучасних графічних розробок застосовують OpenGL, Unity та інші платформи.

Основними компонентами комп'ютерної графіки виступають моделювання (створення 2D- або 3D-об'єктів і сцен та визначення їх форм, розмірів і розташування в уявному просторі, рендеринг (створення кінцевого зображення з 3D-моделі, додавання світла, текстур та розташування камери для імітації реальності), анімація (створення руху в статичних зображеннях або моделях шляхом створення ілюзії руху з часом) та обробка зображень (зміна або модифікація існуючих зображень, таких як кольори, додавання ефектів фільтрів або підвищення різкості країв).

Комп'ютерна графіка поділяється на два основні типи за принципом формування зображення: растрова (зображення з пікселів; формати JPEG, PNG, GIF, BMP, TIFF; відтворення через рядкове сканування екрана з буфера кадрів) та векторна (математичний опис ліній і кривих; створюється в Adobe Illustrator, CorelDRAW; формати SVG, AI, EPS, PDF) [2-3]. Обидві технології є базовими для відображення графіки на дисплеї.

Сучасні апаратні засоби графіки - це сукупність електронних компонентів комп'ютера, які забезпечують обробку, відтворення та виведення зображення на екран [1]. Вони є невід'ємною частиною будь-якої обчислювальної системи, особливо в сферах, де важлива висока графічна продуктивність: комп'ютерна обробка даних, 3D-моделювання, відеомонтаж, віртуальна та доповнена реальність, машинне навчання. Основним елементом сучасної графіки є графічний процесор (GPU). Він виконує паралельну обробку великої кількості графічних даних, знімаючи навантаження з центрального процесора (CPU).

Таблиця 1 – різниця між растровим та векторним відображенням сканування

Растровий дисплей сканування	Векторне сканування дисплея
Зберігає дані пікселів у буфері кадрів (бітовому зображенні)	Зберігає геометричні команди (вектори) у файлі відображення
Залежить від роздільної здатності (фіксований масив пікселів)	Незалежність від роздільної здатності (масштабованість без втрати якості)
Найкраще підходить для фотографій, веб-графіки, відео та намальованих зображень	Найкраще підходить для лінійного малювання, логотипів, CAD/CAM, технічних креслень
Використання пам'яті високе, особливо для кольорових зображень високої роздільної здатності	Використання пам'яті може бути ефективним для лінійного малюнку, але може бути високим для складних сцен



Рисунок 1 – шолом VR-AR, приклад сучасного IPS-монітору

Література

1. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн.1. для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі : Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 304 с.
2. Сучасні напрями використання комп'ютерної графіки – UA5.org URL: <https://ua5.org/graphic/1763-suchasni-napryamy-vykorystannya-kompyuternoyi-grafiky.html> (дата звернення: 14.04.2026).
3. AR, VR, MR, XR: що це за реальності та чим вони відрізняються? – Blog Imena.UA (дата звернення: 14.04.2026). URL: <https://www.imena.ua/blog/what-is-ar-vr-mr-xr/> (дата звернення: 14.04.2026)

АСИНХРОННИЙ RS-ТРИГЕР З ОДНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

Ткачук Д. В., Гунченко Ю. О.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: RS-тригер, асинхронна логіка, зворотний зв'язок, логічні елементи, цифрова електроніка, логічний стан

Асинхронний RS-тригер з одним зворотним зв'язком належить до цифрової електроніки, зокрема до пристроїв логічного управління та збереження станів, і може бути використаний у різноманітних цифрових схемах, де необхідна надійна фіксація логічного стану – у регістрах, лічильниках, схемах керування, тощо.

Актуальність полягає у реалізації асинхронного RS-тригера, що використовує лише один зворотний зв'язок. На відміну від класичних схем, такий підхід дозволяє урізноманітнити способи побудови тригерів.

Використання внутрішнього сигналу зворотного зв'язку, що формується самим тригером і подається на один з входів, дозволяє формалізувати поведінку пристрою та забезпечити коректне збереження й оновлення стану при різних комбінаціях сигналів S (установки) та R (скидання).

Найближчим аналогом є класичний RS-тригер, наприклад [1, с. 367], реалізований на логічних елементах типу «АБО-НЕ» (NOR) або «І-НЕ» (NAND), наприклад [1, с. 367] із перехресним з'єднанням виходів і входів. У таких реалізаціях тригер має два керуючих входи: вхід сигналу установки s (Set) і вхід сигналу скидання r (Reset), а також два виходи Q та \bar{Q} . При цьому збереження стану відбувається при комбінації $s = 0, r = 0$ (для NOR-реалізації) або $s = 1, r = 1$ (для NAND-реалізації).

Асинхронний RS-тригер з одним зворотним зв'язком (рис.1) складається з логічних елементів НЕ, І, АБО, при цьому перший вхід (вхід S) підключено до першого входу елемента АБО, другий вхід (вхід R) через елемент НЕ з'єднано з першим входом елемента І, вихід якого з'єднано з другим входом елемента АБО, вихід якого є виходом тригера та з'єднано з другим входом елемента І.

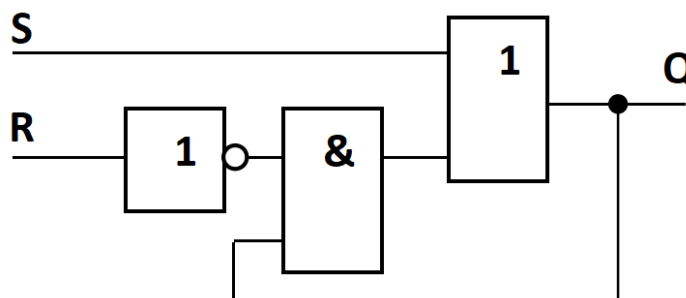


Рис.1. Схема асинхронного RS-тригера з одним зворотним зв'язком

Пристрій працює таким чином, вхідні сигнали з активними одиничними рівнями. На входи S (установки) та R (скидання) подаються сигнали керування з

активними одиничними рівнями. Пристрій функціонує згідно виразу $Q = S \vee \bar{R} \wedge Q$. Таким чином тригер може знаходитися в одному з режимів: зберігання $S=0, R=0$ – вихід Q зберігає свій попередній стан; режим установки $S=1, R=0$ – вихід Q переходить в одиничний стан; режим скидання $S=0, R=1$ – вихід Q переходить в нульовий стан; режим заборонений $S=1, R=1$ – вихід Q переходить у одиничний стан, але цей стан буде невизначеним при переході тригера в режим зберігання.

Таким чином, асинхронний RS-тригер з одним зворотним зв'язком функціонує та підтримує режими класичних тригерів, при цьому містить один зворотний зв'язок.

Література

1. Chattopadhyay D. Electronics (fundamentals And Applications). New Age International (P) Limited, 2006. 648 p.

ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Бойко О. П., Фисина В. В.

Університет Ушинського

У сучасному цифровому середовищі зростає роль інтерфейсів користувача як засобу взаємодії людини з інформаційними системами. У зв'язку з цим формування в учнів старшої школи навичок проєктування інтерфейсу користувача (UI/UX) набуває особливої актуальності та розглядається як складова їхньої цифрової та інформатичної компетентності.

Вивчення основ веб-технологій у профільному курсі інформатики створює передумови для формування відповідних навичок, зокрема розробки структури веб-сторінок, оформлення інтерфейсів та організації взаємодії з користувачем. Водночас аналіз практики навчання свідчить про наявність низки проблем, що ускладнюють ефективне формування таких умінь.

Передусім спостерігається орієнтація навчання на технічні аспекти створення веб-ресурсів (вивчення HTML, CSS), тоді як питання зручності використання, логіки інтерфейсу та потреб користувача залишаються поза увагою. У результаті учні можуть створювати веб-сторінки, але не володіють навичками їх проєктування з урахуванням принципів зручності та ефективності.

Аналіз навчальної діяльності учнів свідчить про наявність типових помилок при проєктуванні інтерфейсів, зокрема перевантаження сторінки елементами, відсутність логічної структури, порушення принципів навігації, невдалий вибір кольорової гами та ігнорування адаптивності. Наявність таких помилок свідчить

про недостатній рівень сформованості навичок проєктування інтерфейсу користувача та потребу у відповідній інформаційній підтримці навчання.

Крім того, недостатньо реалізується діяльнісний та проєктний підхід, який передбачає створення власних продуктів із урахуванням потреб користувача, тестування рішень та їх удосконалення. Відсутність системної інформаційної підтримки, що включає візуальні приклади, інструменти прототипування та інтерактивні завдання, знижує рівень усвідомлення учнями процесу проєктування інтерфейсу.

Ще однією проблемою є фрагментарність використання цифрових інструментів, які могли б сприяти формуванню відповідних навичок, зокрема засобів створення прототипів, спільної роботи та візуалізації структури інтерфейсу.

Таким чином, проблема формування навичок проєктування інтерфейсу користувача у старшій школі полягає у невідповідності між сучасними вимогами до підготовки учнів та реальним станом навчання, що зумовлює необхідність розробки та впровадження ефективної інформаційної підтримки цього процесу.

Перспективним напрямом розв'язання зазначеної проблеми є створення системи інформаційної підтримки, яка забезпечує поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю, використання сучасних цифрових інструментів та орієнтацію на потреби користувача.

Література

1. Nielsen J. 10 Usability Heuristics for User Interface Design [Електронний ресурс] // Nielsen Norman Group. – 2020. – Режим доступу: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> (дата звернення: 27.03.2026).
2. Решевська К. С., Циммерман Г. А. Курс інформатики в профільній школі : навчальний посібник [Електронний ресурс]. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2024 – Режим доступу: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/22368/3/0059904.pdf> (дата звернення: 27.03.2026).
3. Interaction Design Foundation. User Interface Design Basics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design> (дата звернення: 27.03.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВОГО ПОЛЯ В ГРІ «СУДОКУ»

Мартинovich Л. Я., Гунченко А. Ю.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Сучасні інтелектуальні ігри є важливим інструментом розвитку логічного мислення. Судоку, як математична головоломка з чіткими правилами унікальності чисел у рядках, стовпцях та блоках 3×3 , вимагає застосування ефективних алгоритмів для автоматизації створення ігрових завдань.

Процес генерації ігрового поля базується на комбінаторному підході та складається з трьох ключових етапів:

Перший етап - формування базового рішення. Для створення початкової коректної матриці розміром 9×9 використовується схема заповнення, що описується формулою:

$$a_{i,j} = ((i \cdot n + \frac{i}{n} + j) \bmod (n^2)) + 1$$

де i - номер рядка, j - номер стовпця, $n=3$ - розмір підблоку. Дана формула дозволяє сформувати базову матрицю, що автоматично задовольняє всі правила судоку. Альтернативним методом прискорення є використання заздалегідь підготовлених шаблонів коректних рішень.

Другий етап - застосування випадкових трансформацій. Для перетворення ігрового поля в унікальну головоломку до матриці застосовується серія випадкових операцій (від 20 до 50 ітерацій). Важливо, що ці трансформації зберігають математичну коректність сітки:

- Транспонування: операція A^T , що перетворює рядок i на стовпець j .

1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	4	7	2	5	8	3	6	9
4	5	6	7	8	9	1	2	3		2	5	8	3	6	9	4	7	1
7	8	9	1	2	3	4	5	6		3	6	9	4	7	1	5	8	2
2	3	4	5	6	7	8	9	1		4	7	1	5	8	2	6	9	3
5	6	7	8	9	1	2	3	4		5	8	2	6	9	3	7	1	4
8	9	1	2	3	4	5	6	7		6	9	3	7	1	4	8	2	5
3	4	5	6	7	8	9	1	2		7	1	4	8	2	5	9	3	6
6	7	8	9	1	2	3	4	5		8	2	5	9	3	6	1	4	7
9	1	2	3	4	5	6	7	8		9	3	6	1	4	7	2	5	8

- Локальна перестановка: обмін двох рядків r_1 , r_2 або стовпців c_1 , c_2 за умови, що вони належать до одного району (районом вважається група з n ліній).

7	8	9	1	2	3	4	5	6
4	5	6	7	8	9	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3	4	5	6	7	8	9	1
5	6	7	8	9	1	2	3	4
8	9	1	2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8	9	1	2
6	7	8	9	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5	6	7	8

1	2	3	4	5	6	9	8	7
4	5	6	7	8	9	3	2	1
7	8	9	1	2	3	6	5	4
2	3	4	5	6	7	1	9	8
5	6	7	8	9	1	4	3	2
8	9	1	2	3	4	7	6	5
3	4	5	6	7	8	2	1	9
6	7	8	9	1	2	5	4	3
9	1	2	3	4	5	8	7	6

- Перестановка блочних груп: обмін місцями цілих горизонтальних або вертикальних груп, що складаються з трьох блоків.

2	3	4	5	6	7	8	9	1
5	6	7	8	9	1	2	3	4
8	9	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	5	6	7	8	9	1	2	3
7	8	9	1	2	3	4	5	6
3	4	5	6	7	8	9	1	2
6	7	8	9	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5	6	7	8

1	2	3	7	8	9	4	5	6
4	5	6	1	2	3	7	8	9
7	8	9	4	5	6	1	2	3
2	3	4	8	9	1	5	6	7
5	6	7	2	3	4	8	9	1
8	9	1	5	6	7	2	3	4
3	4	5	9	1	2	6	7	8
6	7	8	3	4	5	9	1	2
9	1	2	6	7	8	3	4	5

Третій етап - формування ігрового завдання. Кінцевий етап полягає у переході від заповненої матриці до завдання шляхом видалення значень з частини клітинок. Кількість відкритих елементів безпосередньо корелює зі складністю:

- Легкий рівень: приховується 38–44 клітинки.
- Середній рівень: приховується 45–52 клітинки.
- Складний рівень: приховується 53–59 клітинок.

Математично встановлено, що для забезпечення єдиного розв'язку в класичному sudoku має бути заповнено мінімум 17 клітинок. Використаний алгоритм орієнтований на збереження логічного вирішення.

Таким чином, цей алгоритм дозволяє генерувати необмежену кількість унікальних ігрових полів, що відповідають високим вимогам до стабільності та якості інтелектуального продукту.

Використання даного алгоритму дозволяє гарантувати наявність унікального розв'язку для кожного завдання, що виключає логічну неоднозначність під час проходження. Поєднання математичної структури базового поля з механізмом випадкових трансформацій забезпечує створення стабільного та різноманітного ігрового продукту.

Література

1. <https://www.codeproject.com/Articles/23206/Sudoku-Solver-and-Generator>

2. <https://www.britannica.com/science/number-theory/Pierre-de-Fermat>
3. https://www.researchgate.net/publication/259525699_An_Algorithm_for_Generating_only_Desired_Permutations_for_Solving_Sudoku_Puzzle
4. <https://habr.com/ru/articles/192102/>
5. <https://dev.to/dsasse07/generating-solving-sudoku-in-js-ruby-with-backtracking-4hm>
6. <https://www.sudokuonline.io/tips/sudoku-rules>

УДК 504.42(262.5:477.74):504.054:678.7

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ МІКРОПЛАСТИКУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ ЧОРНОГО МОРЯ

Корабльов В. В., Корабльов В. А.

Університет Ушинського

Мікропластик сьогодні розглядається як один із найнебезпечніших і водночас найменш контрольованих компонентів антропогенного забруднення морського середовища. Для Одеського регіону ця проблема має особливе значення через поєднання високого рекреаційного навантаження на узбережжя, близькість портової та промислової інфраструктури, а також вплив великих річкових систем, насамперед Дунаю та Дністра, які беруть участь у перенесенні пластикових частинок до північно-західної частини Чорного моря. Актуальність теми посилюється тим, що саме прибережна смуга, пляжні піски, морська поверхня та верхній шар донних відкладів є зонами акумуляції, вторинного перерозподілу й повторного надходження пластикових фрагментів у водне середовище.

Аналіз доступних публікацій показує, що дослідження мікропластику в українському секторі Чорного моря вже вийшли за межі поодиноких спостережень, однак для Одеського регіону вони все ще залишаються локальними та недостатньо узгодженими між собою. В оглядовій статті 2023 року наголошено, що українські дослідження мікропластику тривалий час мали несистемний характер і стосувалися лише окремих ділянок дна, водної поверхні та узбережжя. Водночас саме в Одеській області, зокрема на пляжі м. Южне, уже були проведені сезонні спостереження 2020–2021 років, а в межах проєктів EMBLAS із 2016 року здійснювався моніторинг плаваючого сміття та окремі пілотні дослідження донних відкладів і пляжного засмічення на узбережжі Одещини. Отже, нинішній етап можна охарактеризувати як перехід від фрагментарних спостережень до формування наукової бази для більш регулярного моніторингу [1].

Одним із найважливіших кроків у вивченні мікропластику в морській воді стала стаття А. О. Snigirova та співавт. 2024 року, присвячена українським водам Чорного моря. Автори досліджували два поверхневі шари води — 0–5 см та 5–20 см — у прибережних і відкритих водах північно-західної частини моря. Мікропластик виявлено на всіх досліджених станціях. При цьому середні концентрації в прибережних водах були суттєво вищими, ніж у відкритому морі: 136 ± 74 частинок/м³ у верхньому шарі та 46 ± 30 частинок/м³ у шарі 5–20 см проти 18 ± 3 і $2 \pm 0,8$ частинок/м³ відповідно. Автори також підкреслюють, що саме прибережна зона біля Одеси була найбільш забрудненою в осінній період досліджень 2020–2021 років. За морфологією переважали волокна — 75 %, тоді як фрагменти становили 25 %. За даними раман-спектроскопії, серед ідентифікованих полімерів переважали поліетилен, поліестер, поліуретан і поліпропілен [2]. Ці результати прямо свідчать, що морська вода біля одеського узбережжя вже містить стабільно фіксовані концентрації мікропластику, а прибережна смуга є зоною його підвищеного накопичення.

Не менш показовими є результати дослідження мікропластику в донних відкладах Чорного моря, опублікованого А. Cincinelli та співавт. у 2021 році. У цій роботі мікропластик було виявлено у 10 із 12 проб донних відкладів, тобто у 83 % зразків. Середня кількість становила 106,7 частинок/кг, але для шельфової зони показники були значно вищими, ніж для глибоководної частини: 226 частинок/кг проти 21,4 частинок/кг. Максимальне значення досягало 390 частинок/кг у прибережному осаді північно-західного шельфу. Серед найпоширеніших полімерів автори виділяють поліетилен і поліпропілен, а серед морфологічних типів — волокна. Хоча дослідження охоплювало ширшу акваторію Чорного моря, саме північно-західний шельф, до якого належить одеський сектор, виявився найбільш навантаженим за цим показником [3]. Це дає підстави вважати донні відклади важливим резервуаром накопичення мікропластику в регіоні.

Для пляжної зони Одеської області ключовими є публікації, виконані на матеріалах м. Южне. У статті 2021 року, присвяченій прибіжній зоні пляжу Южного, автори характеризують виявлений рівень забруднення як порівняно невисокий у зіставленні з окремими узбережжями Середземного моря, Північної Атлантики та болгарського сектора Чорного моря [4]. Однак подальше, більш детальне дослідження 2024 року показало, що в тестових ділянках пляжної зони синтетичні волокна найдрібнішої фракції, менше 0,1 мм, присутні повсюдно і в значній кількості, а спектроскопічний аналіз засвідчив переважання поліпропілену, поліетилену та полістиролу [5]. Важливим висновком цієї роботи стало також підтвердження високої міграційної здатності пластикових частинок

у межах берегової зони, що зумовлюється поверхневим стоком, хвильовою активністю та нестійкістю піщаного шару пляжу. Таким чином, навіть якщо окремі локальні ділянки не демонструють екстремально високих показників забруднення за грубішими фракціями, тонка волокниста фракція мікропластику в пляжному піску й прибережному перенесенні вже є сталою складовою геоекологічної ситуації на Одещині.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що сучасний стан досліджень мікропластику в Одеському регіоні характеризується наявністю підтверджених наукових даних для трьох головних середовищ: морської поверхневої води, донних відкладів і пляжної зони. Найкраще вивченими на сьогодні є прибережні води північно-західної частини Чорного моря біля Одеси, донні відклади шельфу та пляжні ділянки м. Южне. Водночас, судячи з доступних публікацій, для більшості міських пляжів власне Одеси поки що бракує опублікованих серійних досліджень із єдиною методикою відбору проб для піску, прибіжної зони та морської води. Додатково чисельне моделювання 2025 року для північно-західної частини Чорного моря вказує на потенційні зони накопичення морського сміття в районі гирла Дністра та Затоки, що може бути корисним для планування майбутніх маршрутів відбору проб і розширення моніторингу саме в Одеській області [1; 6]. Перспективними напрямками подальших досліджень є сезонний моніторинг одеських пляжів, порівняння піску, морської води та донних відкладів у межах одних і тих самих ділянок, а також уніфікація методик відповідно до сучасних європейських підходів.

Література

1. Iemelianov V. O., Nasiedkin Ye. I., Kukovska T. S., Mytrofanova O. A., Dovbysh S. M. Research of Plastics and Microplastics in the Black Sea Geoecosystem as a Component of Its Pollution Assessment. *Ukrainian Geographical Journal*. 2023. No. 4. P. 27–36. DOI: 10.15407/ugz2023.04.027.
2. Snigirova A. O., Mihas R. V., Khutornoi S. O., Vinogradov A. K., Gazyetov Ye. I., Gascooke J. R., Snigirov S. M., Leterme S. C. Microplastic and ichthyoplankton in the Ukrainian waters of the Black Sea. *Regional Studies in Marine Science*. 2024. Vol. 80. Art. 103884. DOI: 10.1016/j.rsma.2024.103884.
3. Cincinelli A., Scopetani C., Chelazzi D., Martellini T., Pogojeva M., Slobodnik J. Microplastics in the Black Sea sediments. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 760. Art. 143898. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143898.
4. Iemelianov V. O., Nasiedkin Ye. I., Kukovska T. S., Mytrofanova O. A. Regarding the distribution of plastic waste within the surf zone of Yuzhne city beach. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*. 2021. Vol. 17, No. 3. P. 34–41. DOI: 10.15407/gpimo2021.03.034.

5. Yemeljanov V., Nasiedkin Y., Ivanik O., Kukovska T., Yukhymchuk V., Mytrophanova O. Distribution of macro- and micro-plastics within the beach zones of intercontinental seas (case study for Yuzhne city, Ukraine). *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. 2024. No. 1(104). P. 86–97. DOI: 10.17721/1728-2713.104.11.
 6. Castro-Rosero L. M., Hernandez I., Mestres M., Liste M., Alsina J. M., Espino M. Numerical modeling of the dispersion and accumulation of marine litter from the Dniester River in coastal areas of the northwestern Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 2025. Vol. 213. Art. 117602. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2025.117602.
- УДК 004.93'1

ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Кінер С. Ю.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Розпізнавання облич призначено для ідентифікації та верифікації особи, є на сьогоднішній день однією з основних технологій забезпечення безпеки, збору та аналізу даних. Тому підвищення ефективності методів розпізнавання облич є актуальною науковою та практичною задачею.

Процес обробки зображень обличчя традиційно поділяється на два етапи: виявлення (detection) – локалізація обличчя на зображенні, та розпізнавання (recognition) – ідентифікація або верифікація особи.

Сучасні методи на базі згорткових нейронних мереж (CNN) широко використовуються: зокрема, MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Networks) дозволяє одночасно виявляти обличчя та ключові орієнтири (очі, ніс, кути рота) у режимі реального часу [1]. Більш точним є RetinaFace, що використовує механізм Feature Pyramid Network і досягає показника AP (Average Precision) понад 91% на наборі даних WIDER FACE [2].

В роботі запропоновано та реалізовано власний метод розпізнавання облич DualMetric, який об'єднує евклідову відстань між векторами (метод FaceNet) [3] та модель ArcFace, що застосовує кутові (angular) межі у функції втрат [4]. Особливістю є використання адаптивного порога розпізнавання для кожної особи, який автоматично коригується на основі отриманих значень схожості, що дозволяє точніше налаштувати процес ідентифікації.

Таким чином, DualMetric поєднує переваги ArcFace та FaceNet і доповнює їх механізмами адаптації та стабілізації, що дозволяє досягти балансу між точністю, надійністю та обчислювальною ефективністю.

Література

1. Zhang K., Zhang Z., Li Z., Qiao Y. Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks. IEEE Signal Processing Letters. 2016. Vol. 23, No. 10. P. 1499–1503.
2. Deng J., Guo J., Zhou Y., Yu J., Kotsia I., Zafeiriou S. RetinaFace: Single-Shot Multi-Level Face Localisation in the Wild. CVPR. 2020. P. 5203–5212.
3. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering. CVPR. 2015. P. 815–823.
Deng J., Guo J., Xue N., Zafeiriou S. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition. CVPR. 2019. P. 4690–4699.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ КРУГІВ ЕЙЛЕРА-ВЕННА У 5-6 КЛАСАХ

Краснянська Є. С., Яковлева О. М.

Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»,

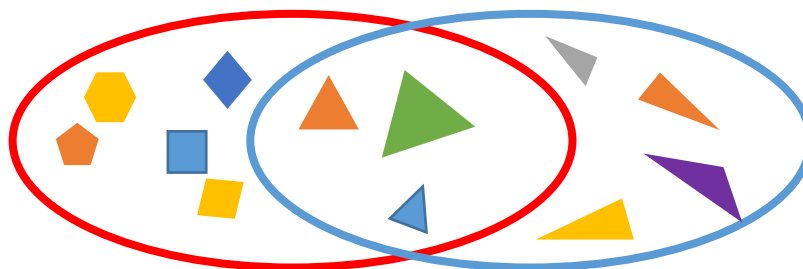
Комунальний заклад «Рішельєвський науковий ліцей»

Математичне моделювання задач 5-6 класу на уроках логіки за допомоги кругів Ейлера-Венна є одним з ефективних способів навчити учнів логічно мислити, візуалізувати зв'язки між об'єктами. Круги Ейлера-Венна допомагають учням наочно уявити зв'язки між множинами об'єктів та досліджувати їх властивості.

До основних типів задач відносяться задачі знаходження спільної кількості об'єктів (на мові теорії множин – знаходження перетину множин), знаходження загальної кількості об'єктів (на мові теорії множин – знаходження об'єднання множин), знаходження кількості об'єктів, що належать тільки виключно до однієї групи (на мові теорії множин – знаходження різниці множин). Також використовуються задачі на застосування формули включень-виключень.

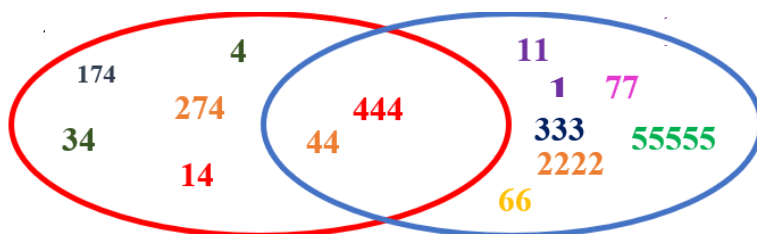
Вивчення кругів Ейлера-Венна у шкільному курсі логіки починається із завдань такого типу:

1. Що спільного між фігурами, обведеними червоною лінією? А синьою? Чому деякі фігури обведені і червоною, і синьою лініями?



Усі фігури, обведені червоною лінією, мають рівні сторони, а ті, що обведені синьою, є трикутниками. Двома лініями обведено трикутники, що мають рівні сторони (рівносторонні трикутники).

2. Що спільного між числами, обведеними червоною лінією? А синьою? Чому деякі числа обведені і червоною, і синьою лініями?



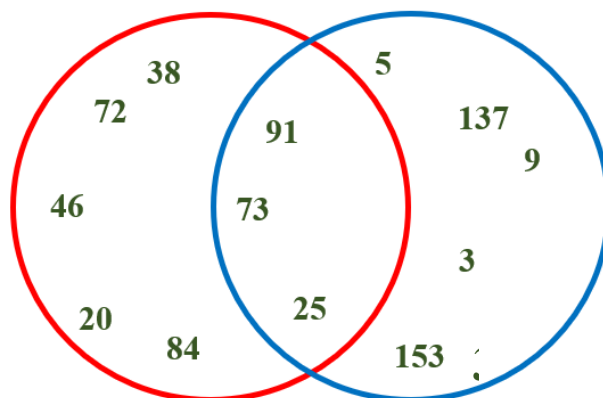
А)

Звернемо увагу на те, що у числах, які знаходяться в області, обведеною червоною лінією, число одиниць дорівнює 4, а числа, обведені синьою лінією, складаються з однакових цифр. Звідси випливає, що у перетині будуть числа, які мають однакові цифри і закінчуються на 4, тобто тільки ті числа які складаються виключно з четвірок.

Наступний вид завдань полягає в тому, що учні доповнюють множини елементів за заданою закономірністю.

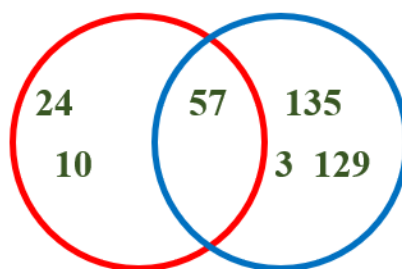
3. Числа згрупували в кругах за певним правилом. Розмістите вказані числа у кругах так, щоб не порушити це правило.

Числа: 24, 129, 3, 57, 10, 135.



Спочатку шукаємо, що спільного між числами у червоному колі – це те, що усі числа у крузі є двоцифровими. Розглянемо числа у синьому крузі. У ньому розташовані тільки непарні числа. А у перетині кругів знаходяться непарні двоцифрові числа.

Тоді у червоній круг вписуємо числа 24, 10; у синій круг вписуємо круг 135, 3, 129; у перетин кругів вписуємо число 57.



4. У класі 30 учнів. З них 18 відвідують спортивну секцію, 15 – гурток малювання, а 14 – музичну школу. Відомо, що 8 учнів займаються і спортом, і малюванням; 7 учнів – малюванням і музикою; 6 учнів – спортом і музикою, 3 учні встигають відвідувати всі три гуртки. Скільки учнів не відвідують жодного з цих гуртків?

<p>План розв’язання:</p> <ol style="list-style-type: none"> Починаємо з центру. У перетин трьох кіл ставимо 3. Заповнюємо перетини двох кіл. Віднімаємо 3 на перетині трьох кіл. Спорт + Мал: $8 - 3 = 5$ Мал + Муз: $7 - 3 = 4$ Спорт + Муз: $6 - 3 = 3$ Рахуємо тих, хто тільки в одному гуртку. Від загальної кількості учасників віднімаємо вже вписані числа. Тільки Спорт: $18 - (5 + 3 + 3) = 7$ Тільки Мал: $15 - (5 + 3 + 4) = 3$ Тільки Муз: $14 - (3 + 3 + 4) = 4$ Всього зайнятих учнів: $3 + 5 + 4 + 3 + 7 + 3 + 4 = 29$ Хто нікуди не ходить. Віднімаємо від загальної кількості дітей у класі. $30 - 29 = 1$. <p>Відповідь: 1 учень.</p>	
--	--

Це задача на так звану формулу включень-виключень.

Можемо зробити висновки, що робота с кругами Ейлера-Венна формує в учнів системне мислення, дає алгоритми розв’язання комбінаторних задач, які важко розв’язати звичайним перебором, сприяє розвитку аналітичних здібностей учнів (учні вчаться розбивати ціле на частини, порівнювати частини, синтезувати нову інформацію на основі наявних даних).

Література

1. Буковська О. І., Васильєва Д. В. Логіка. 5 клас : зошит-конспект. Київ : Освіта, 2021. 112 с.
2. Буковська О. І., Васильєва Д. В. Логіка. 6 клас : зошит-конспект. Київ : Освіта, 2021. 96 с.
3. Логіка. Збірник завдань : навч. посіб. / упоряд. А. Фісіна. Харків : Торсінг плюс, 2020. 96 с.

МУЛЬТИМОДАЛЬНА СИСТЕМА БЕЗКОНТАКТНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА НА БАЗІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ПЕРИФЕРІЇ

Калашніков А. М., Васильєв С. В.

Одеський ліцей № 84 Одеської міської ради

У роботі представлено систему безконтактної автоматизації середовища, що поєднує технології комп'ютерного зору та мікроконтролерної периферії. Система реалізує розпізнавання жестів користувача на основі аналізу 21 ключової точки кисті з використанням фреймворку MediaPipe та забезпечує безконтактне керування виконавчими пристроями через платформу Arduino. Система орієнтована на створення безбар'єрного середовища та підвищення рівня гігієни в медичних установах, із перспективою подальшого розвитку на основі методів машинного навчання.

Ключові слова: безконтактне керування, розпізнавання жестів, MediaPipe Hands, Arduino, Python, комп'ютерний зір, латентність, ключові точки кисті, інклюзивні технології.

Розвиток сучасних технологій характеризується поступовою відмовою від традиційних контактних пристроїв на користь безконтактних методів взаємодії. В умовах цифровізації традиційні пристрої керування, такі як кнопки та сенсори, є критичними зонами бактеріального забруднення. Паралельно з цим постає питання інклюзивності цифрового середовища для осіб із порушеннями моторики.

Сучасна робототехніка прагне імітувати біологічні можливості людини, де зір є головним джерелом отримання інформації про світ [1]. Серед усього спектру дистанційних технологій найбільш функціональною та практичною є технологія комп'ютерного зору, яка виступає аналогом людського візуального сприйняття та дозволяє системам розпізнавати об'єкти та жести в реальному часі.

Метою нашої роботи є розробка мультимодальної системи автоматизації, що використовує комп'ютерний зір як найбільш функціональну технологію для

дистанційної інтерпретації жестів людини та керування виконавчою мікроконтролерною периферією в реальному часі.

Запропонована система базується на дворівневій гібридній архітектурі, що дає змогу раціонально розподілити обчислювальні ресурси. Найбільш ресурсомісткі та складні завдання виконуються на ПК мовою Python, а керування фізичними об'єктами покладено на платформу Arduino [2]. У програмній частині використано фреймворк MediaPipe (модель Hand Landmarker), який дозволяє в реальному часі отримувати тривимірні координати 21 ключової точки кисті [3, 4]. Для зв'язку між програмним ядром та апаратною периферією застосовано

бібліотеку PySerial, що забезпечує миттєву байтову передачу команд через Serial-порт. Апаратна частина на базі Arduino Uno виконує роль виконавчого вузла, що моніторить вхідний буфер та миттєво змінює стан відповідних пінів.

Головною технологічною перевагою розробленої системи є алгоритм розпізнавання, заснований на аналізі просторової геометрії 21 ключової точки кисті. Цей підхід ґрунтується на обчисленні евклідових відстаней між фалангами та нормалізації координат щодо зап'ястя (нульова точка) [5]. Така математична модель забезпечує стабільну роботу системи незалежно від умов освітлення, відстані руки до камери, кольорних характеристик шкіри, а також дає змогу коректно розпізнавати жести користувачів у медичних рукавичках або за наявності сучасних біонічних протезів.

Під час тестування було виявлено, що критичним параметром є латентність – затримка від моменту фіксації жесту камери до спрацювання реле чи двигуна. Тому ще однією важливою особливістю є впровадження багатозадачної архітектури на базі неблокуючих алгоритмів Arduino без використання функції `delay()` [5]. Таке рішення дозволяє системі одночасно обробляти вхідні команди від ПК та виконувати тривалі механічні дії, такі як обертання крокового двигуна для керування жалюзі. Це гарантує безперервність циклу керування та виключає «зависання» інтерфейсу під час роботи виконавчих механізмів.

Для демонстрації можливостей розроблено чотири модулі:

1. Модуль освітлення: реалізує вмикання LED-індикації через цифровий пін.
2. Модуль безпеки: імітує «розумний замок» за допомогою сервомотора SG90 (пін із підтримкою ШІМ), що повертається на 90°.
3. Модуль клімат-контролю та приватності: використовує кроковий двигун 28BYJ-48 з драйвером ULN2003 для керування жалюзі.
4. Інформаційний центр: візуалізує стан системи на РК-дисплеї LCD 1602 через енергоефективний інтерфейс I2C.

Розроблений апаратно-програмний комплекс демонструє ефективну інтеграцію високорівневих алгоритмів комп'ютерного зору з функціональними можливостями мікроконтролерної периферії. Система є ефективним кроком на шляху до створення безконтактних інтерфейсів, оскільки дає змогу досягти мінімальної латентності (до 50 мс) та високої точності розпізнавання намірів користувача без фізичного контакту з обладнанням. Така система може стати вагомим внеском у розвиток безбар'єрного середовища та забезпечення стандартів асептики в медицині.

Перспективи подальшого розвитку проєкту полягають у переході до повної мультимодальності шляхом інтеграції голосового керування й тактильного зворотного зв'язку. Окрім цього, планується впровадження алгоритмів машинного навчання, що дозволять системі самостійно підлаштовуватися під індивідуальні особливості кінематики рук користувача. Масштабування запропонованих архітектурних рішень відкриває можливості для автоматизації промислових об'єктів та вдосконалення систем життєзабезпечення у спеціалізованих медичних центрах.

Література

1. Іванов П. О. Комп'ютерний зір та нейронні мережі: теоретичні основи та практичне застосування. Київ : Техніка, 2023. 320 с.
2. Коваленко А. А., Кушнір С. В. Програмування мікроконтролерів Arduino. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 156 с.
3. Google AI Edge. Hand landmarks detection guide. URL: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker.
4. MediaPipe Team. On-Device, Real-Time Hand Tracking with MediaPipe. Google AI Blog. – 2019. URL: <https://research.google/blog/on-device-real-time-hand-tracking-with-mediapipe/>.
5. Arduino. Reference. Arduino Official Documentation. URL: <https://docs.arduino.cc/language-reference/>.

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПРОЄКТІВ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO В ШКІЛЬНИЙ КУРС ІНФОРМАТИКИ

Ткаченко О. С

Одеський ліцей №9 Одеської міської ради

Ключові слова: Arduino, шкільна інформатика, робототехнічні проєкти, педагогічний скафолдинг, гейміфікація, диференційоване навчання.

Розглядається методика інтеграції робототехніки на базі Arduino в освітній процес. Акцентовано увагу на зміні ролі вчителя, застосуванні педагогічного скафолдингу, гейміфікації та багаторівневої диференціації завдань. Окреслено

особливості впровадження робототехнічних проєктів в умовах дистанційного навчання.

Розвиток сучасної ІТ-освіти зумовлює необхідність переходу від пасивного засвоєння теоретичних знань до їх практичного втілення. Робототехніка на платформі Arduino виступає дієвим інструментом такої трансформації, де абстрактний код перетворюється на функціональні фізичні системи [1]. Це не лише сприяє глибшому розумінню програмування, а й формує в учнів навички розв'язання комплексних проблем, логічне мислення та креативність.

Впровадження таких проєктів в навчання потребує перегляду традиційної дидактичної парадигми. Роль вчителя трансформується з ретранслятора знань у модератора навчального середовища та фасилітатора. Його основним інструментом стають рефлексивні запитання, що стимулюють учнів до самостійного аналізу логіки побудови алгоритмів та пошуку оптимальних інженерних рішень. Ключовим елементом методики є стратегія педагогічного скаффолдингу – надання тимчасової, дозованої допомоги учневі. Запропоновано використання спеціальних інструкційних карток, які не містять готових відповідей, а формулюють відкриту проблему, пропонують систему керівних питань та критерії успіху. Це створює умови для самостійної пізнавальної діяльності та розвитку дитини.

Для забезпечення високої залученості учнів, особливо молодшого та середнього шкільного віку, доцільно використовувати елементи гейміфікації [2]. Структура уроку вибудовуються як ігровий нарратив, де проєкт розбивається на послідовність квестів із системою винагород. Гнучкість вибору додаткових компонентів та порядку виконання завдань забезпечує учням відчуття суб'єктності та авторства свого проєкту.

З метою реалізації принципу індивідуалізації навчання розроблено трирівневу систему диференціації завдань, що включає в себе обов'язкове завдання для досягнення основних навчальних цілей, додаткові завдання для модифікації та оптимізації проєкту, а також дослідницькі виклики, спрямовані на самостійне розширення функціональних можливостей пристроїв.

Ефективна реалізація STEM-проєктів в онлайн-форматі можлива через модель «перевернутого класу» [3]. На першому (теоретично-симуляційному) етапі учні використовують хмарні середовища моделювання (наприклад, Autodesk Tinkercad). Це дозволяє безпечно проектувати схеми та відлагодити програмний код без наявності обладнання. На другому етапі відбувається апробація розроблених рішень з використанням мікроконтролера Arduino, що забезпечує перехід від моделювання до практичного втілення проєкту.

Автором розроблено комплекс методичних матеріалів, що включає інструкційні картки, блок-схеми, приклади програмного коду та відео-демонстрації готових робототехнічних проєктів.

Впровадження робототехнічних проєктів на базі Arduino в шкільний курс інформатики є потужним засобом формування цифрової та інженерної компетентності. Поєднання методики скафолдингу, гейміфікації та симуляційного моделювання дозволяє створити адаптивне освітнє середовище, яке відповідає викликам сучасної освіти та сприяє всебічному розвитку особистості учня.

Література

1. Закарлюка І. Формування STEM-компетентності у здобувачів середньої освіти засобами робототехніки. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, 2023, <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2023-29.60-64>
2. Кривонос О. М., Горобець С. М., Кривонос М. П., Нехаєнко К. О. Використання стратегій гейміфікації для мотивації школярів до вивчення інформатики. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки. 2023. Вип. 4 (115). С. 65-74
3. Брюховецька І. Роль педагогічних технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців в умовах цифрової трансформації освіти / І. Брюховецька, Г. Захарова, Ю. Силенко // Проблеми освіти. - 2025. - Вип. 2(103). - С. 332-350.

ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕМПІРИЧНИХ ПРАВИЛ

Рябов Д. М., Пенко В. Г.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Навчання з підкріпленням є одним із підходів машинного навчання, у межах якого агент набуває досвіду шляхом взаємодії з певним середовищем. У цій парадигмі існує низка методів розв'язання задач навчання, зокрема динамічне програмування, що базується на рівнянні Беллмана, методи Монте-Карло, підходи на основі часових різниць та інші [1].

У даній роботі автори пропонують метод покращення ефективності алгоритмів навчання з підкріпленням шляхом впровадження емпіричних правил. Метод базується на перериванні малоперспективних обчислень згідно встановленим емпіричним правилам. Така стратегія дозволяє ефективно керувати

розподілом обчислювальних ресурсів, покращити результати і зменшити час роботи алгоритмів, не змінюючи їх[2].

Евристика застосовується як додаткова логіка в обгортці середовища (gym.Wrapper), що робить її сумісною з будь-яким RL-алгоритмом, який використовує стандартний API середовища[3].

Тестування модулю проводилося в двох типових середовищах з пакету Gymnasium: CartPole-v1 - просте середовище для початкового налагодження евристик), VipedalWalker-v3 - складне середовище з безперервними діями та великою розмірністю спостережень. Введення емпіричних правил призвело до збільшення середньої епізодичної нагороди більш ніж на 50% в порівнянні з базовою конфігурацією у складному середовищі. Отримані результати свідчать про те, що ефективність застосування емпіричних

правил значною мірою залежить від властивостей досліджуваного середовища. У відносно простих середовищах додаткові евристики можуть мати обмежений вплив на результати навчання, натомість у більш складних середовищах використання емпіричних правил дозволяє скоротити частку безперспективних епізодів і більш ефективно використовувати обчислювальні ресурси.

Запропонований підхід зовнішнього впровадження емпіричних правил демонструє практичну цінність: він легко інтегрується в існуючі пайплайни RL, не вимагає змін алгоритмів і може істотно покращувати ефективність вибірки в складних середовищах за рахунок відсікання безперспективних епізодів.

Також перспективною видається альтернативна стратегія, що полягає в заміні дострокового завершення епізоду на накладення істотного штрафу до винагороди при спрацьовуванні емпіричного модуля.

Література

1. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://web.stanford.edu/class/psych209/Readings/SuttonBartoIPRLBook2ndEd.pdf>
2. Li, C., Wei, S., Wang, C., Wang, S., Zhang, S., A Review of Reinforcement Learning-Based Hyper-Heuristics [Online] – Available: <https://peerj.com/articles/cs-2141/>, PeerJ Computer Science, vol. 10, e2141, 2024
3. OpenAI, Gym Wrappers Documentation [Online] – Available: <https://www.gymnasium.ml/content/wrappers/>, 2023

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ДОСЛІДЖЕННІ ІСТОРІЇ

Худенко С., Левицький Н.

Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище морського туристичного сервісу», м. Одеса

У ХХІ столітті цифрова трансформація науки суттєво вплинула на розвиток гуманітарних дисциплін, зокрема історії. Одним із ключових чинників цих змін є впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ), які відкривають нові горизонти для аналізу, інтерпретації та збереження історичних джерел.

Сучасні історичні дослідження характеризуються значним обсягом інформації, що постійно зростає. Архівні матеріали, рукописи, періодичні видання, фото- та відеодокументи потребують ефективних методів обробки. У цьому контексті ШІ виступає як інструмент автоматизації дослідницької діяльності. Зокрема, технології оптичного розпізнавання символів (OCR) дозволяють оцифровувати рукописні та друковані тексти, роблячи їх доступними для подальшого аналізу.

Важливе місце займають методи обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP), які дають змогу аналізувати зміст історичних текстів. За допомогою цих технологій можна здійснювати тематичне моделювання, визначати тональність текстів, виявляти ключові поняття та досліджувати риторику історичних документів. Це дозволяє історикам глибше зрозуміти контекст епохи та ідеологічні особливості джерел.

Окрім текстового аналізу, ШІ активно застосовується для обробки візуальних матеріалів. Комп'ютерний зір дає змогу ідентифікувати об'єкти на історичних фотографіях, відновлювати пошкоджені зображення та навіть реконструювати історичні події. Це відкриває нові можливості для вивчення культурної спадщини та історичних артефактів.

Особливу роль відіграє використання ШІ у створенні цифрових архівів, баз даних та інформаційних систем. Інтелектуальні алгоритми забезпечують швидкий пошук, класифікацію та систематизацію історичних матеріалів. Крім того, цифрові платформи та віртуальні музеї сприяють популяризації історичних знань і забезпечують доступ до них широкої аудиторії.

Ще одним перспективним напрямом є використання технологій Big Data в історичних дослідженнях. Аналіз великих масивів даних дозволяє виявляти довгострокові тенденції, соціальні закономірності та взаємозв'язки між подіями, які раніше залишалися непоміченими.

Водночас застосування штучного інтелекту в історії супроводжується низкою викликів. До них належать проблема достовірності даних, ризик алгоритмічної упередженості, а також небезпека спрощення складних

історичних процесів. Важливо враховувати, що результати, отримані за допомогою ШІ, потребують критичного аналізу та інтерпретації з боку дослідника.

Таким чином, штучний інтелект стає невід'ємною складовою сучасної історичної науки. Його використання дозволяє значно розширити інструментарій дослідника, підвищити ефективність аналізу джерел та сприяти збереженню історичної спадщини. Водночас поєднання традиційних методів історичного дослідження з новітніми технологіями є запорукою наукової об'єктивності та достовірності отриманих результатів.

Література

1. Бородкін Л. І. Цифрова історія: нові підходи та методи дослідження. — Київ: НАН України, 2020.
2. Graham S., Milligan I., Weingart S. Exploring Big Historical Data: The Historian's Macroscopic. — London: Imperial College Press, 2016.
3. Kaplan A., Haenlein M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations of artificial intelligence // Business Horizons. — 2019.
4. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — 4th ed. — Pearson, 2021.
5. Underwood T. Distant Horizons: Digital Evidence and Literary Change. — University of Chicago Press, 2019.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Довженко О., Худенко В.

Державний навчальний заклад «Одеське вище професійне училище морського туристичного сервісу», м. Одеса

У сучасних умовах розвитку науки та технологій комп'ютерне моделювання стає одним із ключових інструментів дослідження хімічних систем. Воно належить до міждисциплінарних напрямів, що поєднують хімію, фізику, математику та інформаційні технології. Основною метою комп'ютерного моделювання є передбачення структури, властивостей і реакційної здатності речовин на основі теоретичних розрахунків.

Традиційні експериментальні методи дослідження часто потребують значних матеріальних ресурсів, часу та спеціального обладнання. У цьому контексті комп'ютерне моделювання дозволяє суттєво оптимізувати науковий процес, зменшити витрати та підвищити ефективність досліджень. Воно дає змогу працювати з системами, які важко або неможливо дослідити експериментально, наприклад, із короткоживучими проміжними сполуками або екстремальними умовами (високий тиск, температура).

Теоретичною основою комп'ютерної хімії є квантова механіка та статистична термодинаміка. Квантово-хімічні методи, зокрема методи Гартрі–Фока та теорія функціоналу густини (DFT), використовуються для розрахунку електронної структури молекул, визначення енергії, довжин зв'язків, кутів та інших характеристик. Це дозволяє передбачати стабільність молекул і можливі шляхи хімічних реакцій.

Молекулярна механіка та молекулярна динаміка є іншими важливими підходами, що застосовуються для моделювання великих систем. Вони базуються на класичних фізичних законах і дозволяють досліджувати поведінку молекул у часі, вивчати термодинамічні властивості, дифузію, фазові переходи та інші процеси.

Особливого значення набуває метод Монте-Карло, який використовується для статистичного моделювання систем із великою кількістю частинок. Він дозволяє оцінювати ймовірнісні характеристики систем і знаходити рівноважні стани.

Сучасний етап розвитку комп'ютерної хімії характеризується активним використанням штучного інтелекту та машинного навчання. Ці технології дозволяють створювати моделі для прогнозування властивостей нових сполук, прискорювати пошук лікарських засобів та оптимізувати хімічні процеси. Наприклад, алгоритми можуть аналізувати великі бази даних молекул і визначати перспективні кандидати для фармацевтичних досліджень.

Практичне застосування комп'ютерного моделювання є надзвичайно широким. У фармацевтиці воно використовується для дизайну лікарських препаратів (drug design), дослідження взаємодії ліганд–рецептор та оптимізації фармакологічних властивостей. У матеріалознавстві — для створення нових полімерів, наноматеріалів та функціональних покриттів. У хімічній промисловості — для оптимізації технологічних процесів, підвищення енергоефективності та зменшення екологічного впливу.

Не менш важливим є застосування комп'ютерного моделювання у сфері екології. Воно дозволяє прогнозувати поведінку забруднювачів у навколишньому середовищі, оцінювати ризики та розробляти ефективні методи очищення води й повітря.

Водночас існують певні обмеження цього підходу. Результати моделювання значною мірою залежать від точності використаних моделей і параметрів. Крім того, складні обчислення потребують значних ресурсів, включаючи високопродуктивні обчислювальні системи. Тому результати комп'ютерних досліджень обов'язково повинні перевірятися експериментально.

Таким чином, комп'ютерне моделювання хімічних процесів є потужним інструментом сучасної науки, який дозволяє глибше зрозуміти природу хімічних явищ, прискорити наукові відкриття та сприяти розвитку інноваційних технологій. Його подальший розвиток пов'язаний із вдосконаленням алгоритмів, зростанням обчислювальних потужностей і інтеграцією з технологіями штучного інтелекту.

Література

1. Jensen F. Introduction to Computational Chemistry. — Wiley, 2017.
 2. Levine I. N. Quantum Chemistry. — Pearson, 2014.
 3. Cramer C. J. Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models. — Wiley, 2013.
 4. Frenkel D., Smit B. Understanding Molecular Simulation. — Academic Press, 2002.
- Коваленко О. В. Комп'ютерне моделювання в хімії. — Харків, 2020.

Авторський довідник

D

Dvorchuk D. · 124

M

Mukhlio R. O. · 34

P

Pashchenko V. Yu. · 32

Prokopchuk Y. · 25

R

Rudyk O. Yu. · 32, 34

S

Shpinareva I. · 124

T

Tereshonok M. · 25

Y

Yakimtsov A V. · 34

Yefimchuk M. M. · 32

A

Андрієвська В. М. · 91

Антоненко О. С. · 157

Антоненко О. С. · 115, 122

Астєненко С. В. · 113

Б

Банарь Д. В. · 11

Блохін М. Ю. · 165

Богат Є. І. · 14

Богдан О. О. · 182

Бойко О. П. · 144, 151, 165, 170, 173, 186

Болтьонков В. О. · 80

Борщ А. О. · 117

Бурячок А. В. · 36

Буток А. В. · 75

B

Вадіс Н. А. · 93, 96

Васильєв С. В. · 197

Вінковська І. С. · 78

Вітрук Д. О. · 73

Власенко О. Г. · 70

Власенко О. О. · 58

Власов А. О. · 144

Волощук Л. А. · 120, 161, 163

Г

Гавинський І. А. · 118

Гайдук Д. І. · 120

Гайдусь А. Ю. · 58

Геращенко С. Т. · 181

Горьковенко Є. І. · 48

Грекова В. Ф. · 61

Гришин С. І. · 67, 69

Гудевич В. С. · 122

Гунченко А. Ю. · 188

Гунченко Ю. О. · 185

Д

Дейнега Д. О. · 44

Денисенко Н. В. · 72

Денисенко О. В. · 126

Димо В. В. · 65

Довженко О. · 204

Дроць А. І. · 51

Ж

Жар М. Ю. · 129

З

Земляний О. О. · 130
Зиков М. Є. · 27

І

Іванова М. С. · 62
Ірлик Н. Ю. · 41
Ісмаїлова А. Ш. · 134
Іщенко О. В. · 130, 140

К

Калашніков А. М. · 197
Камєнєва А. В. · 177
Кисельова О. Б. · 89
Кіпер С. Ю. · 193
Коба В. В. · 132
Кобякова Л. М. · 176
Ковальчук М. О. · 135
Коев · 107
Коев Л. Ю. · 109
Комар Ю. М. · 38
Корабльов В. А. · 190
Корабльов В. В. · 190
Косоруков Є. Є. · 138
Костенко Д. Р. · 140
Краснянська Є. С. · 194
Круш А. І. · 141
Куликов В. В. · 146
Кушніренко Н. І. · 48

Л

Лапаєв А. В. · 46, 111
Левицький Н. · 203
Лісіцина І. М. · 126
Луценко А. А. · 148

М

Мазурок Т. Л. · 17, 31, 40, 50, 95
Малахов Є. В. · 129
Малахов Є. В. · 118, 135, 141
Мартинович Л. Я. · 179, 188
Марцінко Д. С. · 153

Мізгулін Г. П. · 83
Мініч Н. О. · 89
Мойсєєв М. Г. · 18

Н

Набока В. Д. · 154
Небога М. О. · 67, 69
Непомняца М. О. · 85
Нєнов О. Л. · 113
Нікітін Н. О. · 80

О

Олефіренко Н. В. · 38
Оліферчук В. О. · 87
Остапенко А. В. · 56

П

Панов В. М. · 77
Паталашко П. Ю. · 115
Пенко В. Г. · 83, 201
Перезва О. В. · 11
Петрушина Т. І. · 158
Пишинограєв Ю. М. · 20
Платонов В. В. · 70, 181
Платонова Є. В. · 85
Попков В. Д. · 182
Привалов А. Г. · 99
Продан Р. П. · 157
Прущак В. К. · 46, 111

Р

Рачинська А. Л. · 117, 134, 153
Ребров О. М. · 91
Реулець М. В. · 40
Рибак Д. Є. · 78
Рибак О. В. · 170
Розновець О. І. · 148
Розум М. В. · 14
Романченко В. С. · 179
Рубаха О. М. · 11
Рудніченко М. Д. · 99, 105
Рябов Д. М. · 201
Рябова М. · 176

С

Самошина Є. О. · 95
Сідельнікова А. С. · 105
Скуріхін О. В. · 158
Солощенко А. В. · 177
Строїтелева Н. І. · 20
Стукалов С. А. · 72
Супляков О. М. · 151
Суходольський Р. · 59

Т

Тарановська С. Ю. · 17
Терзі Д. Д. · 161
Тимошенко О. Є. · 163
Ткаченко О. С. · 199
Ткачук Д. В. · 185

Ф

Федорова М. С. · 31
Фисина В. В. · 186

Х

Халецька К. В. · 173

Халецький Ю. В. · 51
Худенко В. · 204
Худенко С. · 203

Ч

Чуєнко В. В. · 50

Ш

Шаріпова І. В. · 36, 182
Шведов Д. С. · 101, 103
Шестопалов С. В. · 154
Шибасєва Н. О. · 99, 105
Шпінарева І. М. · 107, 109, 132, 138, 146, 168
Шугайло Ю. Б. · 77
Шумейко К. П. · 23

Щ

Щербина Є. Д. · 168

Я

Яковлева О. М. · 194

Державний заклад
«ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені К. Д. УШИНСЬКОГО»



ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ДВАДЦЯТЬ ТРЕТЯ ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

ІНФОРМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Збірник робіт

Збірник робіт надрукований в авторській редакції
без внесення суттєвих змін оргкомітетом

Підписано до друку 24.04.2026
Здано у виробництво 24.04.2026
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.
Тираж 50 примірників

Надруковано з готового оригінал-макета