



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326899

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ РЕФАКТОРИНГУ (стор. 6–11)

Ткачук А. В.

Об'єктом дослідження є рефакторинг початкового коду, полегшений та контрольований інструментами генеративного штучного інтелекту (ШІ). Робота направлена на оцінку його впливу на якість рефакторингу, а також визначення його практичної застосовності для покращення супроводжуваності та ефективності програмного забезпечення.

Проблема, яка розглядається в цьому дослідженні, полягає в обмеженості традиційних інструментів рефакторингу на основі правил, які вимагають заздалегідь визначених правил і часто є специфічними для певної мови програмування. Генеративний ШІ з його вдосконаленими можливостями розпізнавання шаблонів та адаптивного навчання пропонує альтернативний підхід. Однак його ефективність у вирішенні різних завдань рефакторингу та надійність залишаються нерозкритими.

Дослідження включало кілька експериментів, в яких чотири інструменти ШІ – ChatGPT, Copilot, Gemini та Claude – були протестовані на різних завданнях рефакторингу, включаючи виявлення антипатернів у коді, підвищення ефективності, видалення надмірних зв'язків та масштабний рефакторинг.

Результати показали, що Claude досяг найвищого показника успішності (78,8%), за ним йдуть ChatGPT (76,6%), Copilot (72,8%) і Gemini (61,8%). Хоча всі інструменти продемонстрували принаймні базове розуміння принципів рефакторингу, їхня ефективність суттєво відрізнялася залежно від складності завдання. Ці результати можна пояснити відмінностями у підготовці моделей, спеціалізації та архітектурі, що лежить в їх основі. Моделі, оптимізовані для задач програмування, краще справлялися зі структурованим аналізом коду, тоді як більш універсальним моделям не вистачало глибини у специфічних задачах, пов'язаних з програмуванням.

Практичне значення цього дослідження полягає в тому, що хоча інструменти генеративного ШІ можуть суттєво допомогти в рефакторингу, людський нагляд все ще потрібен. Рефакторинг за допомогою ШІ може підвищити продуктивність розробників, спростити обслуговування програмного забезпечення та зменшити технічний борг, що робить його цінним доповненням до сучасних робочих процесів розробки програмного забезпечення.

Ключові слова: рефакторинг на основі ШІ, покращення якості коду, автоматичне виявлення проблем у коді, інструменти генеративного ШІ, оптимізація програмного забезпечення.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326914

РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ ЧАТ-БОТУ З ГЕНЕРАТИВНИМ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОНЛАЙН ПОМІЧНИКА (стор. 12–19)

Кряжич О. О., Іванов І. А., Ісак А. М., Бабак О. А.

Об'єктом дослідження є взаємодія в системі «людина – машина» при взаємодії користувача з генеративним штучним інтелектом. Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю надання допомоги користувачам за вузькою професійною тематикою. Для реалізації поставленої у роботі мети була розроблена модель декомпозиції операторів за технологією «Goals, Objects, Methods, and Selection rules» GOMS з врахуванням багаторівневих когнітивних функцій людини. Для цього були використані мікрооператори, які відповідають за поєднання різноманітних дій для здійснення пошуку відповіді на запитання. Була розроблена модель з декомпозицією оператора μ , що відповідає за когнітивні функції при створенні запиту при взаємодії людини з чат-ботом на основі штучного інтелекту. В роботі використана взаємодія з чат-ботом ChatGPT.

Запропонований алгоритм декомпозиції був покладений в основу плагіна онлайн помічника. Реалізація виконана на JavaScript, що дозволяє використовувати його на будь-яких сайтах та порталах. Основними компонентами плагіна виступають інтерфейс для введення запиту, багаторівневий механізм пошуку на сайті та у підключених спеціалізованих бібліотеках. Реалізована API інтеграція плагіна з ChatGPT.

За підсумками роботи було проведено дослідження експериментального визначення значень операторів дій та рухів, що пов'язані з розумовою активністю людини та алгоритмізовані у онлайн помічнику. За підсумками експерименту було враховано, що для чат-боту запити з використанням іншомовних знаків та символів та запити звичайною природною мовою користувача, рівнозначні. Для спілкування з ChatGPT за допомогою плагіну слід при формуванні вузькопрофесійних запитів дотримуватися однозначності та чіткості. Був отриманий результат, що при запиті природною мовою за темою, знайомою користувачу, онлайн помічник адаптується до вимог повільніше. Але при цьому швидкість пошуку відповіді та її формулювання прискорюється. Була вирішена проблема персоналізації онлайн помічника. Це стало можливим завдяки аналізу поведінки користувача через деталізацію запиту за мікрооператорами в моделі GOMS. Це дозволяє персоналізувати онлайн помічник без реєстрації користувача, лише за його поведінкою при формуванні запиту.

Запропонований підхід може бути використаний для створення онлайн помічників для реалізації вузькоспеціалізованих складних проєктів на веб-платформах.

Ключові слова: плагін, модель GOMS, декомпозиція операторів, когнітивні функції, природна мова користувача.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.329154

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ОЦІНКА СТАНУ МІКРОМЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ (стор. 20–26)

Холявка Є. П., Парфененко Ю. В.

Об'єктом дослідження є процеси генерації, споживання та накопичення електроенергії у мікромережах з відновлюваними джерелами енергії. Вони характеризуються відповідними параметрами та у сукупності визначають стан енергетичної мікромережі. Задача оцінювання стану мікромережі, що є актуальною для підтримання її стабільної роботи, може бути вирішена із застосуванням методів машинного навчання.

У якості вхідних даних використано часові ряди даних, які створюються у результаті моніторингу енергетичних мікромереж та містять показники їх роботи. Оскільки мікромережі працюють у змінних умовах, спроможність енергетичних мікромереж забезпечити попит у електричній енергії характеризується невизначеністю, для оцінки стану мікромереж виникає потреба в адаптивних методах, здатних обробляти неточні та неповні дані. Традиційні методи статистичного аналізу та детерміновані алгоритми не забезпечують достатньої точності у прогнозуванні, що створює ризики неправильного

керування енергоресурсами. Для розв'язання цієї проблеми у даному дослідженні використано поєднання машинного навчання та нечіткої логіки, що дозволяє не лише прогнозувати навантаження, а й адаптивно оцінювати стан енергетичних активів у режимі реального часу.

Суть отриманих результатів полягає у створенні моделей для інформаційної технології оцінювання стану мікромереж, яка інтегрує BiLSTM для прогнозування електроспоживання та систему нечіткої логіки для визначення стану мережі. Використання нейромережевого підходу дозволяє враховувати часові залежності у споживанні електроенергії, тоді як нечітка логіка класифікує стан мережі на основі рівня заряду акумуляторів, поточної генерації сонячної енергії та прогнозованого навантаження. Особливості отриманих результатів полягають в інтеграції кількох підходів, що забезпечує розширення аналітичних можливостей та формування комплексної оцінки енергетичного балансу в умовах невизначеності та варіативності вхідних даних.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та його практичну застосовність у задачах моніторингу та управління мікромережами. Експериментальні випробування на реальних даних показали, що модель BiLSTM забезпечує середню абсолютну похибку (MAE) прогнозування навантаження на рівні 18,15 Вт, корінь середньоквадратичної похибки (RMSE) – 20,74 Вт, а середню абсолютну відносну похибку (MAPE) – 5,0%. Система оцінювання на основі нечіткої логіки класифікувала стан мікромережі з точністю 93,2%, що свідчить про її здатність інтерпретувати ситуації із потенційним дефіцитом енергії. Розроблені моделі дозволяють вчасно виявляти нестабільні режими роботи, формувати рішення для балансування навантаження, зниження навантаження на акумулятори та запобігання енергетичним втратам.

Ключові слова: часові ряди, мікромережі, прогнозування навантаження, оцінка стану, машинне навчання, BiLSTM, нечітка логіка.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326272

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ БІЗНЕСУ ВІД ТЕХНОЛОГІЙ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ (стор. 27–32)

Nikita Ryzhkov

Об'єктом дослідження є фактори, які суттєво впливають на конкурентоспроможність підприємств, що функціонують у сучасному високотехнологічному суспільстві. Предметом дослідження є бізнес-середовище, яке активно використовує сучасні технології мобільного зв'язку.

Актуальність цього дослідження зумовлена занепокоєнням суспільства, пов'язаним із сучасними технологіями мобільного зв'язку (3G, 4G, 5G) та стрімким розвитком 6G, які можуть становити потенційні ризики. Ці ризики можуть вплинути на бізнес, який покладається на такі технології у своїй діяльності.

У цій роботі запропоновано підхід до визначення залежності конкурентоспроможності бізнесу від технологій мобільного зв'язку на основі теорії ігор. Побудовано матриці ефективності та проведено аналіз ризиків за критеріями Вальда, Севіджа та Гурвіца. Потенційні операційні стратегії проаналізовано в контексті станів зовнішнього середовища з урахуванням реакції на ринкові коливання та непередбачувані фактори. Вплив конкретних факторів на конкурентоспроможність підприємства оцінювався в умовах повної невизначеності.

Для порівняння впливу технологій мобільного зв'язку було розроблено імітаційну модель на мові C#. У дослідженні було розглянуто 240 підприємств на ринку Республіки Казахстан. Порівнювалися два сценарії: використання технології 4G та 5G. Результати були візуалізовані у вигляді моделі рейтингу підприємств на основі впливу технології мобільного зв'язку. Відмінною особливістю дослідження є ідентифікація станів зовнішнього середовища, які послужили основою для групування факторів ризику за їх впливом на конкурентну позицію. Для опису поведінки підприємства в конкурентному середовищі було застосовано мінімаксний та максимінний принципи. Проведено розбиття імітаційної моделі. Імітаційна модель виявила викривлені переваги та недоліки в конкурентоспроможності підприємств, які були об'єктом моніторингу.

Запропонований підхід може бути застосований для проєктів зростання бізнесу, вдосконалення маркетингової стратегії та автоматизації завдань, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності на підприємствах усіх форм власності. Він також може бути застосований банківськими та кредитними установами при обґрунтуванні та оптимізації кредитної політики.

Ключові слова: матриця ризиків, матриця ефективності, критерій Гурвіца, критерій Севіджа, критерій Вальда.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.329386

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ БЕЗПЕЧНОГО СХОВИЩА ДЛЯ ЦИФРОВИХ ДОКАЗІВ (стор. 33–43)

Ларченко М. О.

Об'єктом дослідження є процес формування, передачі та збереження даних оперативної пам'яті у межах цифрової криміналістики. Проблема, що вирішувалася, полягає у недостатньому рівні безпеки існуючих методів передачі та збереження цифрових доказів, що може спричинити їхню компрометацію, втрату автентичності та неприйнятність у судовому процесі.

У результаті проведеного дослідження було розроблено архітектуру безпечного сховища для цифрових доказів, яка забезпечує захист на етапах отримання, транспортування, збереження та подальшого аналізу даних оперативної пам'яті. Запропоновано кросплатформенний Python-скрипт для автоматизованого зняття даних оперативної пам'яті, а також механізм безпечного транспортування доказів із використанням криптографічного захисту за допомогою протоколу SCP та автентифікації. Доведено ефективність комбінованого застосування SSH-шифрування, створення контейнерів файлової системи у режимі «read-only», обов'язкового логування всіх дій із цифровими доказами та вбудованого механізму геш-контролю для перевірки цілісності даних.

Проведено оцінку ефективності запропонованого підходу на основі моделювання процесів у тестовому середовищі. Зокрема, виконано передачу зібраних даних оперативної пам'яті за допомогою власного Python-скрипта з використанням «безпечного коридору» з віртуальної машини Kali Linux на віртуальну машину Caine до створеного контейнеру в режимі «read-only». Перевірено цілісність файлів після транспортування та зберігання за допомогою порівняння геш-суми.

Відмінною рисою запропонованої моделі є комплексний підхід до захисту цифрових доказів, що поєднує технічні та організаційні заходи для забезпечення автентичності та цілісності даних. Це дозволяє вирішити проблему компрометації цифрових доказів та гарантує їхню судову прийнятність. Отримані результати пояснюються впровадженням криптографічних методів та дотриманням стандартів цифрової криміналістики.

Запропонована методика може бути використана в практиці правоохоронних органів, судових експертів, а також у розробці національних стандартів збереження цифрових доказів. Модель сховища відповідає міжнародним стандартам безпеки та може бути адаптована до специфічних вимог судового провадження в Україні.

Ключові слова: цифрова криміналістика, дані оперативної пам'яті, криптографічний захист, кросплатформенний Python-скрипт, контейнери файлової системи, режим «read-only».

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.330595

**ШІ-ІНСТРУМЕНТИ У ПРОЦЕСІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ:
ОЦІНКА ПЕРЕВАГ, ВИКЛИКІВ ТА НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ (стор. 44–54)****Письменний І. О., Кислий Р. В., Клещ К. О.**

Традиційні методи забезпечення якості програмного забезпечення (QA) зіштовхнулися зі значними викликами у зв'язку зі складністю, обсягом та частотою випусків програмних систем, що в умовах обмежених ресурсів призводить до значних витрат, обумовлених їх незадовільною якістю.

Об'єктом даного дослідження є процеси забезпечення якості сучасних розподілених застосунків. Предметом дослідження є оцінка переваг, викликів і напрямків розвитку впровадження інструментів на основі штучного інтелекту (ШІ) на процеси забезпечення якості. Проведено аналіз застосування ШІ для ключових завдань верифікації та валідації, зокрема використання великих мовних моделей (ВММ) для дослідницького тестування, виділення класів еквівалентності, граничного аналізу, метаморфного тестування, пошуку суперечностей у критеріях приймання, статичного аналізу, генерації тест-кейсів та юніт-тестів, виконання наскрізної регресії. Для демонстрації практичного застосування було проведено регресійне тестування типового корпоративного веб-застосунку з допомогою ШІ-агентів. Отримані результати, зокрема лише 8,3% нестабільних виконань згенерованих тест-кейсів, свідчать про значний потенціал запропонованих підходів. Водночас дослідження виявило суттєві виклики для практичного впровадження, що стосуються надійності, пояснюваності ШІ-систем та ризику отримання хибнонегативних результатів, пов'язаних зі схильністю ВММ до автокорекції результатів, що підкреслює необхідність ретельної верифікації як згенерованих артефактів, так і результатів виконання тестів.

Дослідження демонструє трансформаційний потенціал ШІ для сфери забезпечення якості, однак наголошує на важливості стратегічного підходу до впровадження цих технологій, що має враховувати виявлені обмеження та потребу в розвитку відповідних методологій верифікації.

Ключові слова: забезпечення якості, тестування, автоматизація тестування, тест-кейс, ШІ, ШІ-агенти, великі мовні моделі.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.330639

**РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ НЕЗБАЛАНСОВАНИХ НАБОРІВ ДАНИХ
У МАШИННОМУ НАВЧАННІ (стор. 55–61)****Злобін М. М., Базилевич В. М.**

Об'єктом дослідження є незбалансований набір даних про операції з кредитними картками, де шахрайські випадки становлять лише 0,18% від загальної кількості. Одним з найбільш проблемних місць є нездатність стандартних моделей машинного навчання правильно виявляти рідкісні випадки шахрайства, що часто призводить до високого рівня хибнонегативних спрацювань. Це відбувається через те, що моделі фокусуються на класі більшості, що призводить до упереджених результатів і невиявленого шахрайства. У представленому аналізі для вирішення цієї проблеми було використано структурований конвеєр попередньої обробки. Він включає масштабування числових значень для усунення упередженості, стратифіковану вибірку для збереження пропорцій класів, випадкову неповну вибірку для збалансування набору даних і видалення викидів для зменшення шуму. Ці кроки були застосовані до навчання трьох моделей класифікації: логістичної регресії (LR), К-найближчих сусідів (KNN) та класифікатора опорних векторів (SVC). Отримані результати показують, що всі моделі показали хороші результати як за точністю перехресної перевірки, так і за показниками ROC-AUC, причому SVC досягнув найкращого показника ROC-AUC – 0,9787. Це пояснюється тим, що запропонований конвеєр попередньої обробки має багато особливостей, пристосованих до характеристик незбалансованих даних, зокрема поєднання балансування даних з ретельною фільтрацією шуму та надлишковості. Це забезпечує можливість досягнення надійної продуктивності при виявленні подій міноритарного класу. Порівняно з аналогічними відомими робочими процесами попередньої обробки це дає такі переваги: краще розділення класів, зменшення зміщення моделі та покращене узагальнення на невидимих даних. Результати особливо актуальні для фінансових установ, де виявлення шахрайства має бути своєчасним і точним. Підхід пропонує практичний метод вдосконалення систем безпеки, який не потребує складної або дорогої інфраструктури. Він також може бути адаптований для використання в інших сферах, де потрібно виявляти рідкісні події з великих наборів даних. У майбутніх дослідженнях конвеєр може бути розширений за рахунок інтеграції синтетичних методів вибірки, таких як SMOTE або GANs. Додаткові експерименти з потоковими даними в реальному часі ще більше підтвердять надійність запропонованої методології.

Ключові слова: незбалансована класифікація, конвеєр виявлення шахрайства, стратифікована вибірка, видалення викидів, класифікатор опорних векторів.

СИСТЕМИ ТА ПРОЦЕСИ КЕРУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.329398

**БЕНЧМАРКІНГ ТРАНСФОРМАТОРНИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАДІНЬ: ПОРІВНЯЛЬНЕ
ДОСЛІДЖЕННЯ (стор. 62–70)****Урсул І. З.**

Об'єктом дослідження є трансформер-орієнтовані архітектури глибокого навчання, призначені для виявлення падінь на основі сенсорних даних. Одним із найбільш проблемних місць, виявлених під час аудиту традиційних рішень, виявилася надмірна обчислювальна складність стандартних трансформерів, що перешкоджає їх ефективному використанню на пристроях із обмеженими ресурсами й у режимі реального часу. В ході дослідження використовувалися Temporal Convolutional Transformer, Performer, Multiscale Transformer, LSTM Transformer, Informer, Linformer та класичний Transformer. Кожна з цих моделей передбачає застосування вдосконалених підходів до реалізації механізмів уваги та опрацювання коротко- й довготривалих залежностей у вхідних послідовностях. Temporal Convolutional Transformer досяг найкращих результатів, демонструючи тестову точність 99,79% та максимальну точність 100% при 50 епохах. Це пов'язано з тим, що запропонований підхід гармонійно поєднує згорткові операції із самоувагою, що істотно пришвидшує видуження ключових ознак та дає змогу успішно фіксувати короткотермінові й довготривалі часові залежності. Зокрема, згортки допомагають ефективно відсіяти шум із сенсорних даних і зменшити обчислювальні витрати порівняно з класичними трансформерами. Завдяки цьому забезпечується можливість використання таких рішень у реальних «edge»-сценаріях без втрати точності виявлення падінь. У порівнянні з традиційними підходами, запропоновані моделі дозволяють досягти вищої швидкодії й економії ресурсів, що є критичними факторами для впровадження системи виявлення падінь у реальному часі. Додатково було здійснено порівняння продуктивності згаданих моделей за різних режимів роботи, включно з тестами за умов низької пропускну

здатності та обмеженої енергоефективності. Результати засвідчили, що оптимізовані архітектури трансформерів успішно розв'язують завдання виявлення падінь, залишаючись ефективними для портативних і вбудованих систем із обмеженою пам'яттю.

Ключові слова: виявлення падіння на основі трансформатора, часовий згортковий трансформатор, об'єднання датчиків із даними барометра, розгортання країв для медичних AI.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.329989

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЯК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ (стор. 71–80)

Слюсар В. І., Козлов В. Г., Почернін С. П., Налапко І. Б.

У якості об'єкта дослідження розглядається процес функціонування рою безпілотних літальних апаратів (БпЛА), який оснащений технологіями штучного інтелекту, як інтелектуальних засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Основна увага зосереджена на їх взаємодії та ефективності функціонування, їх адаптивних можливостей у динамічно змінному та складному електромагнітному середовищі.

Однією з ключових проблем є забезпечення надійної, стійкої та гнучкої координації дій рою в умовах електромагнітного впливу радіоелектронних засобів (РЕЗ) противника. Координація дій та заходів рою повинна передбачати безперервний моніторинг спектру, своєчасну адаптацію до ворожих контрзаходів.

Для вирішення цієї проблеми запропоновано створення адаптивної ройової архітектури, що реалізує принципи децентралізованого управління з використанням алгоритмів машинного навчання, мультиагентного підходу та програмно-конфігураційної архітектури радіосистем (SDR). Розроблений підхід базується на застосуванні когнітивних стратегій взаємодії між БпЛА та формуванні динамічної мережевої структури, що самостійно відновлюється у разі пошкоджень або впливу перешкод.

Запропонований концептуальний підхід дозволяє суттєво підвищити ефективність впливу на РЕЗ противника шляхом динамічного просторово-часового розподілу перешкод з урахуванням тактичної обстановки та спектральних характеристик загроз.

Передбачено інтеграцію ударних та розвідувальних БпЛА у єдину ройову структуру з автономною координацією дій, що розширює функціональність рою від постановки багаточастотних перешкод до виявлення, супроводження та нейтралізації критично важливих об'єктів.

Такий підхід забезпечує високий рівень автономності, адаптивності та живучості безпілотних платформ у складних умовах радіоелектронного протистояння, а також створює передумови для суттєвого підвищення ефективності ведення бойових дій у сучасному високотехнологічному середовищі за рахунок інтеграції розвідувально-ударних функцій та засобів РЕБ в єдину інформаційну систему.

Ключові слова: рій, перешкоди, технології, система, ефективність, інтеграція, алгоритм, методи, протидія, керування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.330650

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РИЗИКУ БАНКРУТСТВА ПІДПРИЄМСТВА (стор. 81–87)

Сінковський А. П., Триус Ю. В.

Об'єктом даного дослідження є процес оцінювання рівня ризику банкрутства підприємства на основі комплексного аналізу кількісних і якісних характеристик його бізнес-процесів. Проблема, що вирішувалася у роботі, стосується удосконалення моделей прогнозування ризику банкрутства. Існуючі підходи мають низку суттєвих недоліків. Зокрема, BR-модель недостатньо гнучка. Вона потребує попереднього жорсткого ранжування факторів впливу. Також модель використовує формалізовані системи ваг. Це обмежує індивідуалізацію аналізу та знижує точність оцінювання.

Сутність отриманих результатів полягає у розробці моделі комплексного оцінювання рівня ризику банкрутства підприємства (MCAEBRL). У цій моделі реалізовано комплексний аналіз кількісних і якісних характеристик бізнес-процесів підприємства. Упорядкування факторів не є обов'язковим. Натомість використовуються реальні нормовані ваги, визначені експертами. Модель підтримує гнучкі шкали оцінювання для різних типів показників, забезпечує фазифікацію даних для роботи з лінгвістичними оцінками значень показників та дозволяє залучати групу експертів для об'єктивізації результатів.

Важливість отриманих результатів пояснюється особливостями побудови MCAEBRL. Для аналізу діяльності підприємства було застосовано процесний та комплексний підходи. Було використано багаторівневу ієрархію бізнес-процесів, а також кількісні й якісні показники для їх характеристики. Оцінювання проводилося за допомогою широких шкал. Для обробки точних і нечітких даних застосовувався апарат нечітких множин.

Запропоновану модель можна використовувати на практиці для оцінювання фінансової стійкості підприємств різних галузей. Вона особливо корисна у нестабільному економічному середовищі. Модель підходить для роботи з даними різної природи та точності. Її також можна застосовувати, коли потрібні врахувати експертні знання. Це підвищує об'єктивність оцінювання ризиків банкрутства.

Ключові слова: бізнес-процеси, підприємство, ризик банкрутства, модель, оцінка, експерт, нечіткі множини.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.330973

РОЗРОБКА МЕТОДУ СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ З БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ РОЮ ЧАСТИНОК (стор. 88–95)

Худов Г. В., Худов В. Г., Маковейчук О. М., Хижняк І. А., Грідасов І. Ю., Бутко І. М., Худов Р. Г., Глухов С. І., Шамрай Н. М., Лісоговський Б. А.

Об'єкт дослідження – процес сегментування зображень з безпілотного літального апарату на основі алгоритму рою частинок.

Одним з найбільш проблемних місць при сегментуванні зображень з безпілотних літальних апаратів є зниження ефективності відомих методів сегментування. Окрім цього, більшість методів недостатньо точно розпізнають дрібні об'єкти, які займають незначну частину зображення.

Удосконалено метод сегментування зображення з безпілотного літального апарату на основі алгоритму рою частинок, в якому, на відміну від відомих, проводиться:

- перетворення вихідного зображення у відповідний колірний простір;
- вибір каналу для подальшого аналізу;
- ініціалізація рою частинок на вихідному зображенні в кожному обраному для подальшого аналізу каналі;

- обчислення цільової функції для кожної частинки рою на зображенні в кожному обраному каналі;
- порівняння поточного значення цільової функції для кожної частинки рою з кращим значенням цільової функції на зображенні в кожному обраному каналі;
- обчислення значення швидкості та нового місцеположення для кожної частинки рою на зображенні;
- переміщення кожної частинки рою на зображенні в кожному обраному каналі;
- визначення частинок рою з найкращим значенням цільової функції на зображенні в кожному каналі;
- об'єднання каналів та формування результуючого зображення.

В ході дослідження встановлено, що сегментоване зображення удосконаленим методом на основі алгоритму рою частинок має кращу візуальну якість у порівнянні з відомим методом сегментування. Встановлено, що удосконалений метод сегментування на основі алгоритму рою частинок забезпечує зниження помилок сегментування I роду в середньому на 11% і зниження помилок сегментування II роду в середньому на 9%.

Ключові слова: сегментування, безпілотний літальний апарат, ройовий інтелект, алгоритм рою частинок, k -means.