



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.322370

РОЗРОБКА СЕМАНТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЛЯ КОМПОЗИЦІЇ КОГНІТИВНИХ ВЕБ-СЕРВІСІВ (стор. 6–10)

Касьянчук І. В., Петренко А. І.

Об'єктом дослідження є семантична структура для композиції когнітивних веб-сервісів. Структура призначена для моделювання, пошуку та оркестрації когнітивних веб-сервісів, таких як розпізнавання тексту, переклад мов та аналіз тональності у динамічних середовищах. Проблема, що вирішувалася, полягає у відсутності ефективних і масштабованих механізмів автоматизованого пошуку та композиції когнітивних веб-сервісів, які можуть адаптуватись до змінних вимог і забезпечувати дотримання параметрів якості обслуговування (QoS). Існуючі підходи часто базуються на статичних правилах або пошуку за ключовими словами, що не забезпечує достатньої точності, адаптивності або масштабованості для складних екосистем сервісів.

Основним результатом дослідження є розробка семантичної структури, яка інтегрує моделювання сервісів на основі онтологій із логічним висновуванням через правила SWRL (Semantic Web Rule Language). Ця структура забезпечує динамічну композицію сервісів завдяки використанню семантичних зв'язків між сервісами, вхідними та вихідними даними, а також обмеженнями, такими як час виконання та точність. Результати показують вищу семантичну точність, кращу адаптивність до змін і покращену відповідність параметрам QoS порівняно з існуючими підходами. Це досягається завдяки використанню формалізованої онтології для точного представлення сервісів, SWRL-правил для автоматизованого висновування та динамічної композиції сервісів на основі семантичних зв'язків, що покращує відповідність запитам і скорочує час виконання.

Запропонована структура може бути використана на практиці у середовищах, де потрібна адаптивна оркестрація та композиція сервісів, таких як системи інтелектуальної автоматизації, екосистеми хмарних сервісів і додатки для IoT (Internet of Things). Її ефективність особливо проявляється у сценаріях, що передбачають складні багатосервісні робочі процеси, де традиційні підходи є малоефективними. Гнучкість структури забезпечує її застосування у різних доменах з мінімальними змінами для інтеграції нових сервісів або робочих процесів.

Ключові слова: семантична структура, когнітивні веб-сервіси, композиція сервісів, онтологічне моделювання, оркестрація сервісів.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323919

АДАПТИВНЕ ГІБРИДНЕ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У БАГАТОШАРОВИХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ТММ ТА FEM (стор. 11–19)

Білак Ю. Ю., Сайберт Ф. Ф., Бучук Р. Ю., Роль М. І.

Об'єктом дослідження у даній роботі є хвильові процеси у багатошарових тонких плівках і методи їх чисельного моделювання за допомогою адаптивних гібридних моделей. Дослідження охоплює багатошарові середовища з градієнтним розподілом фізичних параметрів, включно з неоднорідностями.

Проблема, яка розглядається у цьому дослідженні, полягає в підвищенні точності та ефективності чисельного моделювання хвильових процесів у складних багатошарових структурах за одночасного зменшення обчислювальних витрат. Традиційні методи, такі як метод матриць переносу або метод скінченних елементів, мають обмеження, пов'язані з обчислювальною складністю, чисельною стійкістю та можливістю врахування складних геометричних особливостей.

Суть отриманих результатів полягає у розробці та програмній реалізації адаптивної гібридної моделі, яка поєднує у собі метод матриць переносу для розрахунків поширення хвиль в однорідних областях і метод скінченних елементів для моделювання складної геометрії. Запропонований підхід оптимізує обчислювальні ресурси шляхом динамічного налаштування роздільної здатності сітки відповідно до локальних варіацій показника заломлення. Використання адаптивної дискретизації дозволило зменшити кількість розрахункових точок на 40 % без погіршення точності розрахунків. Відносна похибка результатів, отриманих за допомогою запропонованої моделі, не перевищує 1 %, що свідчить про її високу точність.

Досягнуті результати можна пояснити реалізацією ефективних адаптивних алгоритмів, які автоматично підлаштовують роздільну здатність сітки у залежності від градієнта фізичних параметрів, а також застосуванням узгоджених граничних умов між розрахунковими областями з використанням різних методів. Це забезпечує плавний перехід між різними зонами моделювання та мінімізує чисельні похибки на границях областей.

Практичні застосування отриманих результатів включають оптичні технології для проектування та оптимізації фотонних пристроїв, сенсорів, анти-відбивних покриттів і наноструктурованих матеріалів. Модель може бути використана для аналізу складних багатошарових систем у нанотехнологіях, біомедичних дослідженнях і проектуванні мікрооптичних елементів. Вона є особливо корисною у сценаріях, де необхідно враховувати структурні неоднорідності, складну геометрію та граничні умови за мінімальних обчислювальних витрат.

Ключові слова: чисельне моделювання, багатошарові структури, хвильові процеси, адаптивні алгоритми, гібридний підхід, дискретизація сітки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323698

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ДИНАМІЧНОГО РЕЦЕПТИВНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ (стор. 20–25)

Пушкаренко Ю. В., Заславський В. А.

Об'єктом дослідження є інтеграція модуля Dynamic Receptive Field Attention Module (DReAM) у Swin Transformers з метою покращення локалізації сцен і семантичної сегментації для зображень дистанційного зондування високої роздільної здатності. Дослідження зосереджено на розробці моделі, яка динамічно налаштовує своє рецептивне поле та інтегрує механізми уваги для покращення багатомасштабного виділення ознак у даних дистанційного зондування високої роздільної здатності.

Традиційні підходи, зокрема Convolutional Neural Networks (CNNs), мають фіксовані рецептивні поля, що обмежує їхню здатність одночасно вловлювати як дрібні деталі, так і далекі просторові залежності у великомасштабних зображеннях дистанційного зондування. Це обмеження знижує ефективність традиційних моделей для обробки просторово складних та багатомасштабних об'єктів, що призводить до неточностей у сегментації об'єктів і трактуванні сцен.

Модель DReAM-CAN включає механізм динамічного масштабування рецептивного поля та комплексну архітектуру уваги, яка поєднує екстракцію ознак на основі CNN із самоувагою Swin Transformer. Такий підхід дозволяє моделі динамічно налаштовувати рецептивне поле, ефективно обробляти об'єкти різних розмірів та краще захоплювати як локальні текстурні, так і глобальний контекст сцени. У результаті модель суттєво покращує точність сегментації та просторову адаптивність у задачах дистанційного зондування.

Отримані результати пояснюються здатністю моделі динамічно змінювати рецептивні поля залежно від складності сцени та розподілу об'єктів. Механізм самоуваги додатково оптимізує процес виділення ознак, вибірково посилюючи релевантні просторові залежності, зменшуючи рівень шуму та покращуючи точність меж сегментації. Гібридна архітектура CNN-Transformer забезпечує оптимальний баланс між обчислювальною ефективністю та точністю.

Модель DReAM-CAN є особливо ефективною для аналізу супутникових і аерофотознімків високої роздільної здатності, що робить її корисною для екологічного моніторингу, класифікації землекористування, оцінки стану лісових масивів, точного землеробства та аналізу наслідків катастроф. Її здатність адаптуватися до різних масштабів і просторових складнощів робить її ідеальним рішенням для задач дистанційного зондування у реальному часі та великомасштабної обробки сцен із високими вимогами до точності локалізації та сегментації.

Ключові слова: рецептивні поля, згорткові нейронні мережі, Swin трансформер, дистанційне зондування, локалізація сцен, семантична сегментація.

СИСТЕМИ ТА ПРОЦЕСИ КЕРУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.321797

РОЗРОБКА МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ ЗАСОБАМИ ДЛЯ ПРИГНІЧЕННЯ ДЕСАНТНОЇ ОПЕРАЦІЇ ПРОТИБОРЧОЇ СТОРОНИ У ВІДЕОІГРОВИХ СИМУЛЯЦІЯХ (стор. 26–33)

Грішин М. В., Максимова О. Б., Кіркопуло К. Г., Климчук О. А.

У роботі описано тактичні методи застосування артилерійських гармат для протидесантних операцій на глибоководному та мілководному ландшафтах. Об'єктом дослідження є моделювання ігрових сценаріїв військової тематики, зокрема роль артилерійських сил супротиву десантній операції у розмірі одного або двох дивізіонів. Одним з найбільш проблемних місць є необхідність поєднання безперервної вогневої підтримки, маневрування для збереження живучості артилерії та економії боєприпасів при обмежених ресурсах.

В ході дослідження використовувалися математичні моделі використання бойових ресурсів на основі ланцюгів Маркова з урахуванням імовірнісних аспектів ураження цілей. Також розроблено імітаційні моделі для різних сценаріїв протидії десантним кораблям, що дозволяє оптимізувати кількість снарядів та визначити найбільш ефективні моменти для відкриття вогню.

Розроблено та проаналізовано декілька підходів до ведення вогню: методи мінімізації кількості снарядів, швидкої нейтралізації цілей противника та змішані методи, які дозволяють знайти баланс між мінімізацією ресурсів та швидкістю реагування. Кожен метод має свої переваги залежно від бойової ситуації: методи мінімізації витрат підходять для контрольованих сценаріїв. Натомість методи швидкого знищення ефективні в умовах підвищеного ризику, але потребують більше ресурсів. Отримано, між іншим, новий змішаний тактичний метод. Це пов'язано з тим, що запропоновані методи мають ряд особливостей, зокрема, велика розбіжність у показнику прогнозованої замінованості, що також дозволило оцінити можливості утримання мінного поля фарватеру, що є важливим для захисту від подальших атак. Завдяки цьому забезпечується можливість отримання високого рівня мінування фарватеру (до 67,77 %). У порівнянні з аналогічними показниками, які варіювались від 46,42 % до 67,77 %, але без уточнення методу, що забезпечило переваги у вигляді можливості тактичного маневрування між запропонованими методами, залежно від поточного стану ресурсів та наближеності ворожих цілей.

Ключові слова: імітаційне моделювання, ланцюги Маркова, ігрове моделювання, автоматизоване управління в іграх, військове моделювання у відеоіграх.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.322052

ПОБУДОВА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ СІНЕРГІЇ ПРИНЦИПІВ TRIZ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ШІ (стор. 34–42)

Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Пузійчук А. В., Бушуєв Д. А.

Об'єктом дослідження є нова методологія побудови інноваційних проєктів, яка використовує принцип синергії теорії рішення винахідницьких задач (ТРВЗ) та інтегрується з технологією штучного інтелекту (ШІ).

Проблема, розглянута в цьому дослідженні, полягає в неефективності та обмеженості традиційних методів побудови інноваційних проєктів, які часто не в змозі всебічно оцінити їхній потенціал, ризики та відповідність майбутнім технологічним тенденціям.

Результатами досліджень є синергетичне застосування принципів ТРВЗ і технології ШІ для проведення комплексних аудитів інноваційних проєктів. Інтегруючи структуровану систему вирішення проблем ТРВЗ з аналітичною потужністю ШІ, пропонується новий підхід для покращення оцінки та оптимізації інноваційних ініціатив. У роботі досліджено, як можна використовувати алгоритми штучного інтелекту для аналізу даних проєкту, визначення потенційних перешкод і можливостей на основі принципів ТРВЗ. Для створення альтернативних рішень і прогнозування можливих результатів, допомоги у визначенні синергії між різними елементами проєкту та зовнішніми факторами. Постійно відстежується та адаптується інноваційний процес на основі даних у реальному часі та розуміння керованого ШІ.

Відмінністю дослідження є інтеграція принципів ТРВЗ в аудит інноваційних проєктів з використанням систем ШІ. Представлений кейс продемонстрував ефективність запропонованих концептуальної, математичної та процесної моделей аудиту інноваційних проєктів. Як приклад для кейс-стадії було обрано магістерську програму зі штучного інтелекту, яка реалізується у Київському національному університеті будівництва і архітектури (Україна). Дослідження демонструє потенціал цього інтегрованого з аудитом підходу для підвищення рівня успішності інноваційних проєктів шляхом надання більш точних оцінок, виявлення прихованих можливостей та сприяння проактивному прийняттю рішень. Це дослідження сприяє більш ефективним і успішним інноваційним проєктам, забезпечуючи керовані дані та інтелектуальний підхід до розробки і вдосконалення проєктів. У межах розглянутого кейсу проведено оцінювання прискорення процесів аналізу та прийняття рішень на прикладі програми інноваційного розвитку підготовки магістрів зі штучного інтелекту. Було виявлено, що процеси аналізу та прийняття рішень реалізуються у 2,68 рази швидше без втрати якості рішень.

Ключові слова: аудит інноваційних проєктів, ТРВЗ, штучний інтелект, управління проєктами, прогнозна аналітика, прийняття рішень.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323322

ОЦІНКА ШВИДКОДІЇ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ-КЛАСИФІКАТОРІВ ДАНИХ АЕРОЗЙОМКИ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ (стор. 43–48)

Пристава П. О., Чолишкіна О. Г., Зівакін В. Д., Стеценко Б. П.

Об'єктом дослідження є процес обробки даних аерофотозйомки в умовах обмежених обчислювальних ресурсів, зокрема на одноплатних комп'ютерах, що встановлюються на борту безпілотних літальних апаратів (БПЛА) за використанням моделей класифікації.

Одним із найбільш проблемних місць є адаптація моделей класифікації до змін масштабу та перспективних спотворень, які виникають під час маневрування БПЛА. Крім того, висока обчислювальна складність традиційних методів, таких як ковзне вікно, значно обмежує можливості використання на пристроях з обмеженими ресурсами.

У ході дослідження використовувалися сучасні нейромережі-класифікатори, такі як ResNet50v2, DenseNet121 і MobileNetV2, які було навчено на спеціалізованому наборі даних аерофотозйомки. Проведено експеримент по застосуванню запропонованих нейромереж-класифікаторів на платформах Raspberry Pi 4 Model B та OrangePi 5 Pro з обмеженими обчислювальними потужностями, що імітують обмежені ресурси систем БПЛА. Для оптимізації роботи запропоновано обробляти потокове відео «по-смутово», що забезпечує баланс швидкодії обробки та кількості обробленої інформації повітряного спостереження. При цьому отримано оцінки часу застосування різних типів мереж-класифікаторів на одноплатних комп'ютерах, що можуть бути розміщені на борту БПЛА.

Завдяки цьому забезпечується можливість оперативної обробки даних аерофотозйомки в реальному часі. У порівнянні з традиційними підходами, запропоновані рішення забезпечують переваги у вигляді зниження енергоспоживання, прискорення обчислень і підвищення точності. Це робить результати дослідження перспективними для впровадження в різних сферах, таких як військові операції, розвідка, пошуково-рятувальні місії та агротехнології.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, дані аерозйомки, нейромережі-класифікатори, машинне навчання, обмежені обчислювальні ресурси.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323730

КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ В ОЦІНЦІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВОДНИМИ ПОКАЗНИКАМИ: КОРОТКИЙ ОПИС БАГАТОРІЧНИХ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ З БІОСЕНСОРІВ (стор. 49–53)

Altay Yeldos, Lashyn Bazarbay, Kassymbek Ozhikenov, Zhandos Dosbayev, Ulantay Nakan, Zhuldzy Kalpeyeva

Об'єктом дослідження є метод оцінки взаємозв'язку результатів тривалих спостережень показників води, одержаних методом сукупних вимірювань біосенсорною системою. Біосенсорна система призначена для сукупного виміру п'яти показників води на основі датчиків фізичних величин. У роботі дане завдання досить повно нівелює суттєве обмеження відомих рішень, призначених для одночасного вимірювання трьох або чотирьох показників води. Існуючі підходи у своїй структурі поєднують менше п'яти біосенсорів-датчиків, що суттєво обмежує одночасний вимір п'яти показників води.

Одним з основних і головних результатів роботи є розробка статистичної моделі для оцінки взаємозв'язку сукупних вимірювань п'яти показників води. Виявлено, що серед вимірюваних п'яти показників найбільш впливовим предиктором на кислотність, провідність, каламутність та окисно-відновний потенціал є температура води. Встановлений значущий та не випадковий взаємозв'язок показників переважно асоційований із впливом температури на фізичні процеси, що відбуваються у разі підвищення та зниження температури води залежно від часу спостереження. Дані оцінки демонструють вищий, статистично значущий зв'язок між даними вимірювальної інформації. Це досягається за рахунок реалізації методу сукупного виміру п'яти показників води: температури, кислотності, каламутності, кондуктивності, окислювально-відновного потенціалу.

Працездатність статистичної моделі підтверджена обчисленням коефіцієнта кореляції на основі методу Пірсона та коефіцієнтів детермінації та надійності моделі. Регресійна модель на практиці може бути використана при розробці нових або вдосконаленні відомих вимірювальних систем та приладів контролю для підвищення достовірності та результативності контролю якості води.

Ключові слова: індикатор води, система вимірювання, мультисенсорна система, кореляційний аналіз, тестування, інтернет речей, біосенсори.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323916

ІНТЕГРАЦІЯ ТА КООРДИНАЦІЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ (стор. 54–61)

Козлов В. Г., Слюсар В. І., Твердохлібов В. В., Андрійчук З. Р.

В якості об'єкта дослідження в роботі розглядається процес функціонування засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) з використанням технологій штучного інтелекту (далі – ШІ) на основі великих мовних моделей (далі – LLM). Одним із найбільш проблемних питань щодо підвищення ефективності їх функціонування є забезпечення функції адаптивності в засобах РЕБ, а також своєчасного виявлення загроз та формування відповідних контрзаходів. Вирішення даної проблеми здійснюється шляхом впровадження мультиагентної архітектури, завданням якої є забезпечення безперервного обміну інформації, як між агентами в самих засобах РЕБ, так і в системі в цілому.

Розглянутий спосіб підвищення адаптивності системи за рахунок LLM з механізмами самонавчання, надає системі можливості вдосконалювати свої алгоритми обробки даних, оперативно виявляти нові види сигналів і реагувати на зміну параметрів РЕЗ противника. Використання підходу Retrieval-Augmented Generation (далі – RAG) дозволяє виявляти та вносити до бази даних нові види сигналів та швидко формувати відповідні рекомендації з метою протидії.

Не менш суттєвою складовою є використання поєднання кількох засобів РЕБ в єдину інформаційну мережу. Даний підхід забезпечить узгодженість дій усіх засобів РЕБ (агентів) та швидкий обмін інформацією між ними.

Враховуючи вище зазначене, існує можливість значного підвищення адаптивності та ефективності роботи систем РЕБ за рахунок інтеграції мультиагентних структур з використанням LLM, які дозволяють оптимізувати розподіл ресурсів та здійснювати прийняття рішень у реальному часі. Це забезпечить високий рівень адаптації засобів РЕБ, що є важливою особливістю для роботи в умовах динамічно змінюваних електромагнітних середовищ.

Завдяки запропонованій архітектурі та застосуванню відповідних алгоритмів досягається можливість отримання високих показників точності класифікації та швидкості обробки сигналів, що позитивно впливає на адаптивність системи та загальну ефективність протидії загрозам.

Ключові слова: радіоелектронна боротьба, великі мовні моделі, штучний інтелект, мультиагентні структури, база знань, виконавчі модулі.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.323377

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (стор. 62–68)

Latafat Gardashova, Alish Nazarov

Об'єктом дослідження є процеси прийняття рішень в умовах невизначеності, з акцентом на підвищення точності та надійності багатокритеріальних методів прийняття рішень. Проблема, яку потрібно вирішити, полягає у труднощах забезпечення надійності та оптимальності рішень у динамічних

середовищах, де змінність даних, неповна інформація та суб'єктивність значно ускладнюють процес оцінювання. Традиційні методи часто не здатні ефективно впоратися з цими викликами, що призводить до ненадійних або неефективних результатів.

Суть результатів полягає у створенні надійної DSS (Decision Support System), яка використовує можливості Z-number TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) для інтеграції показників продуктивності з рівнями довіри, забезпечуючи комплексний підхід до прийняття рішень. Унікальна здатність системи дозволяє ефективно пріоритизувати альтернативи навіть за умов високої невизначеності та змінності вхідних даних. Завдяки своїм характеристикам та властивостям, DSS забезпечує адаптивність і точність у процесі прийняття рішень, надаючи результати, які є не лише точними, але й надійними. Пояснення цих результатів полягає у здатності Z-number TOPSIS поєднувати кількісний аналіз з оцінкою надійності даних, що робить її значно ефективнішою, ніж традиційні методи MCDM. Систематичний порівняльний аналіз із традиційними TOPSIS та Fuzzy TOPSIS підтверджує, що Z-number TOPSIS постійно демонструє вищу ефективність, особливо в умовах динамічності та невизначеності. Запропонована DSS є надзвичайно корисною в умовах, коли необхідно приймати рішення в складних середовищах із обмеженими або неповними даними, пропонуючи практичну цінність для зацікавлених сторін, які потребують точних та надійних інструментів підтримки прийняття рішень. Дослідження сприяє розвитку методологій прийняття рішень, надаючи нові підходи до системного врахування невизначеності у моделях ранжування. Наприклад, Z-number TOPSIS забезпечив покращення стабільності на приблизно 10 % порівняно з традиційними методами при оцінці на основі «шумних» даних і на 15 % кращу адаптивність при конфліктуючих критеріях. Ці результати підкреслюють потенціал Z-number TOPSIS у покращенні процесів прийняття рішень в умовах невизначеності та змін.

Отримані результати мають практичне застосування у таких галузях, як управління ланцюгами постачання, де необхідна оптимізація розподілу запасів і вибір постачальників за умов мінливого попиту, охорона здоров'я, де потрібно визначати пріоритетність лікування пацієнтів за обмежених ресурсів, та оцінка фінансових ризиків, де інвестиційні рішення залежать від невизначених економічних умов. Отримані результати підкреслюють потенціал Z-number TOPSIS у забезпеченні більш надійних та адаптивних процесів прийняття рішень у складних і невизначених середовищах.

Ключові слова: TOPSIS, нечіткий TOPSIS, Z-number TOPSIS, методи прийняття рішень, DSS.