

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора,
Терентьєва Олександра Олександровича на дисертаційну роботу
Волоха Богдана Юрійовича «Інтелектуальне кешування даних в системі
підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості»,
що представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
126 «Інформаційні системи та технології» галузі знань
12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертаційної роботи

В умовах післявоєнного відновлення України постає гостра потреба у створенні ефективних інформаційних систем, здатних забезпечити оперативний доступ до великої кількості даних про стан будівель, споруд і об'єктів інфраструктури. Масштаби руйнувань обумовлюють зростання навантаження на інформаційні системи, що наразі використовуються. І це вимагає впровадження інтелектуальних систем і технологій до оптимізації обробки й зберігання даних. Останніми роками в науковому середовищі з'являється дедалі більше рішень, орієнтованих на застосування моделей машинного навчання для підвищення продуктивності високонавантажених інформаційних систем. Запропонований у дисертації гібридний метод інтелектуального управління кешем є сучасним і обґрунтованим підходом до вирішення цього завдання, що підтверджує актуальність теми дослідження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень і висновків, поданих у дисертаційній роботі, підтверджується: публікацією двох статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» (одна з яких одноосібна), а також

двома статтями у наукових періодичних журналах інших держав, що індексується у базі даних Scopus. Усі публікації пройшли рецензування та перевірку на відсутність плагіату. Крім того, матеріали дослідження були представлені на 5 міжнародних конференціях, де отримали схвальні відгуки й апробацію з боку фахівців галузі інформаційних технологій. Таким чином, рівень цінності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, відповідає сучасним стандартам галузі, а матеріал дисертації заслуговує на подальше впровадження.

Наукова новизна отриманих автором результатів.

У дисертаційній роботі Волоха Богдана Юрійовича запропоновано новий гібридний метод інтелектуального управління кешем, що поєднує класичні підходи з алгоритмами машинного навчання для вирішення комплексу взаємопов'язаних задач керування кеш-пам'яттю: додавання, видалення та інвалідації даних. Метод реалізовано через взаємодію двох моделей: табличного Q-learning для прийняття рішень щодо кешування нових об'єктів та логістичної регресії для управління процесами видалення і очищення. Унікальність підходу полягає в урахуванні контексту запитів користувачів і характеристик об'єктів, що дозволяє системі адаптивно реагувати на зміну навантаження та підвищує ефективність кешування в реальному часі. Така модель особливо актуальна для інформаційних систем, що функціонують у рамках процесів післявоєнної відбудови, де важливі швидкість доступу до актуальних даних і стабільність під високим навантаженням.

У дисертації також удосконалено модель інформаційної системи підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості шляхом інтеграції модуля інтелектуального кешування, що підвищує загальну продуктивність і зменшує затримки при зверненні до даних. Додатково розширено структуру бази даних, зокрема впроваджено колекції

документів для зберігання інформації про об'єкти, історії запитів та статистику пошкоджень, що покращує підтримку користувачів системи у процесі прийняття рішень.

Подальшого розвитку в роботі набули підходи до зберігання і обробки інформації в галузі будівництва та архітектури через інтеграцію інтелектуального кешування з нереляційними базами даних. Це пришвидшує обробку повторних звернень і забезпечує надійний доступ до критично важливої інформації навіть в умовах підвищеного навантаження на систему.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів

Дисертаційна робота Влоха Богдана Юрійовича пов'язане з науковим дослідженням в рамках комплексної теми «Інформаційна технологія оцінки технічного стану об'єктів будівництва в умовах невизначеності із застосуванням методики кластеризації» (Державний реєстраційний номер 0124U004532).

Теоретична цінність роботи полягає у розвитку підходів до інтелектуального управління кешем шляхом інтеграції традиційних алгоритмів зберігання даних із методами машинного навчання. Запропонований метод охоплює ті задачі, що забезпечують динамічне адаптування до змін навантаження. Запропоноване поєднання табличного Q-learning і логістичної регресії розширює теоретичну базу застосування моделей машинного навчання у високонавантажених інформаційних системах.

Практична цінність підтверджується реалізацією діючої системи експериментального тестування ефективності запропонованого гібридного методу інтелектуального управління кешем, що демонструє здатність забезпечувати ефективну роботу з великою кількістю запитів у режимі реального часу. Метод дозволяє зменшити затримки при доступі до даних і

покращити використання пам'яті в інформаційних системах, задіяних у процесах відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості. Запропонований підхід також є адаптованим до інших галузей, де актуальне швидке управління динамічними даними.

Теоретичне та практичне значення одержаних в роботі результатів підтверджено довідкою про впровадження результатів дослідження в навчальний процес факультету автоматизації і інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури та довідкою про апробацію наукових результатів дисертаційної роботи фахівцями Лабораторії інженерно-технічних видів досліджень Київського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства юстиції України і підтверджує практичне значення одержаних результатів.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях.

Публікації здобувача відповідають вимогам, що встановлені «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року. Основні результати роботи викладено у семи публікаціях. Серед них чотири статті, дві з яких опубліковано у фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз, і дві – у наукових виданнях інших держав, що індексуються у базі даних Scopus. Одна з цих публікацій є одноосібною. Крім того, результати дослідження були представлені на трьох міжнародних науково-технічних конференціях, дві з яких проіндексовані у Scopus.

Структура і зміст дисертації.

Праця складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

В *анотації* українською та англійською мовами повністю відображено зміст дисертаційної роботи і її наукову новизну.

У *вступі* сформульовано загальну характеристику дисертації; показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; визначено актуальність і мету дослідження; надано перелік наукових і прикладних задач, які автор планував вирішити для досягнення мети; показано практичне значення роботи і апробацію результатів досліджень.

У *першому розділі* описано загальну концепцію інформаційної системи підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості та проведено критичний аналіз:

- особливостей організації і виконання будівельно-технічної експертизи в умовах масштабних руйнувань в Україні;
- ключових проблем роботи з даними у сучасній практиці будівельно-технічної експертизи і високонавантажених системах, а також підходи до їх вирішення;
- реляційних і нереляційних моделей зберігання даних;

На основі цього аналізу виконано постановку задачі.

У *другому розділі* виконано проектування бази даних системи підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості, а саме визначено:

- основні структурні та технічні вимоги до системи;
- вимоги до структури бази даних і типів користувацьких запитів;
- особливості вибору СУБД MongoDB на основі CAP-теореми та технічних вимог;
- роль кешування в інформаційних високонавантажених системах.

На основі цього виконано проектування колекцій даних: «Міська статистика», «Пошкоджені будівлі», «Користувачі», «Історія запитів» та сформовано передумови для побудови гібридного методу інтелектуального управління кешем.

У *третьому розділі* розроблено гібридний метод інтелектуального управління кешем системи підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості, при цьому:

- формалізовано задачі інтелектуального кешування;
- визначено ознаки об'єкта запиту, що використовуються для прийняття рішень вибраними моделями;
- описано алгоритм роботи гібридного методу інтелектуального управління кешем, що поєднує табличний Q-learning (для вирішення задачі додавання) та логістичну регресію (для видалення та інвалідації);

У результаті побудовано інтегровану модель гібридного методу інтелектуального управління кешем, орієнтованого на адаптивну поведінку системи.

У *четвертому розділі* розроблено систему експериментального тестування ефективності гібридного методу інтелектуального кешування і проведено експериментальні дослідження запропонованого гібридного методу інтелектуального управління кешем, при цьому:

- передбачено генерацію вхідних даних, побудову ознак, прийняття рішень, оновлення моделей в асинхронному режимі та збереження всіх необхідних даних у базі даних MongoDB та кеші Redis;
- продемонстровано результати роботи системи у двох типах експериментів за сценаріями з одним і багатьма запуском для накопичення прикладів;

Проведений аналіз результатів роботи системи підтвердив переваги запропонованого методу в умовах обмеженого обсягу кешу й високої частоти запитів.

У *висновках* зазначені наукові результати дослідження, що повністю відповідають меті та поставленим задачам.

Список використаних джерел налічує 121 джерело інформації.

У додатках розміщено акти про впровадження результатів дисертаційного дослідження в навчальний процес Київського національного університету будівництва та архітектури та їх апробації в лабораторії інженерно-технічних видів досліджень Київського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства юстиції України.

Зауваження

В цілому позитивно оцінюючи подану до захисту дисертаційну роботу Волоха Богдана Юрійовича, слід звернути увагу на окремі недоліки і питання, які не зменшують наукову значущість і практичну цінність роботи, але потребують уточнення і доопрацювання:

1. У першому розділі подано огляд проблем обробки даних у сфері будівництва, зокрема в умовах післявоєнної відбудови, однак доцільно було б конкретизувати, які саме типи даних (геопросторові, текстові, табличні) створюють основне навантаження на систему. Це дало б змогу точніше обґрунтувати вибір технологій і краще пов'язати аналітичну частину з подальшим проєктуванням системи.

2. У другому розділі запропоновано структуру бази даних і аргументовано вибір MongoDB, проте модель користувацьких запитів представлено переважно описово. Бажано деталізувати характер і частоту запитів, які очікуються від різних типів користувачів, адже це впливає на вибір схеми кешування та загальну логіку обслуговування запитів.

3. У четвертому розділі реалізацію системи подано достатньо детально, проте не описано механізми забезпечення стійкості чи відновлення роботи системи у разі збоїв (втрати з'єднання з базою даних або кешем). Врахування таких сценаріїв є важливим для систем, що функціонують у критичних умовах, і могло б посилити довіру до запропонованого рішення.

4. В роботі присутні друкарські, граматичні, стилістичні помилки.

Висновок

Вважаю, що дисертаційна робота Волоха Богдана Юрійовича «Інтелектуальне кешування даних в системі підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості» є цілісним і завершеним науковим дослідженням, виконаним на високому професійному рівні з дотриманням принципів академічної доброчесності. Отримані результати є оригінальними, повністю відповідають сформульованим меті та завданням роботи і мають як теоретичну, так і прикладну цінність. Висловлені зауваження мають уточнювальний характер, спрямовані на подальший розвиток дослідження і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Дисертаційна робота і публікації здобувача відповідають вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Офіційний рецензент,
доктор технічних наук, професор

Олександр ТЕРЕНТЬЄВ

Особистий підпис доктора технічних наук, професора Олександра Терентьєва засвідчую.

Проректор
з наукової реалізації
та інноваційного
розвитку КНУА



О. Ю. Ковальчук