

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора, в.о. завідувача кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури Бородавки Євгенія Володимировича 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 дисертації

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена потребою у створенні ефективних рішень для обробки великих обсягів даних у високонавантажених інформаційних системах, зокрема в умовах післявоєнної відбудови. Масштаби пошкоджень об'єктів нерухомості в Україні вимагають використання технологій, здатних забезпечити швидкий доступ до актуальної інформації, її зберігання та обробку в режимі реального часу. Запропонований автором гібридний метод інтелектуального управління кешем, що поєднує класичні засоби зберігання даних із моделями машинного навчання, є вдалим своєчасним і науково обґрунтованим підходом до вирішення цієї задачі.

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

Обґрунтованість наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації, підтверджується публікацією 4 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» та у 2 періодичних наукових журналах інших держав, що індексується в базі даних SCOPUS. Усі публікації пройшли рецензування і перевірку на плагіат. Матеріали дисертаційного дослідження також доповідались на 5 міжнародних конференціях, де здобули позитивні рецензії і висновки фахівців.

Таким чином, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає сучасним вимогам галузі.

Наукова новизна отриманих автором результатів

У дисертаційному дослідженні Волоха Б.Ю. вперше запропоновано гібридний метод інтелектуального управління кешем, який поєднує класичні підходи до роботи з кеш-пам'яттю та алгоритми машинного навчання для вирішення комплексу взаємопов'язаних задач: визначення доцільності додавання нового об'єкта до кешу, вибору об'єкта для видалення в разі його переповнення та періодичної інвалідації застарілих даних в кеші. Архітектура запропонованого методу базується на поєднанні підходів моделі табличного Q-learning для прийняття рішень про додавання даних у кеш і моделі логістичної регресії для оптимізації видалення й очищення об'єктів. Запропонована реалізація враховує контекстні ознаки як користувача, так і об'єкта запиту, що дозволяє інформаційній системі підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості адаптувати поведінку кешування до зміни навантаження та динаміки використання системи. Такий підхід суттєво підвищує гнучкість і ефективність роботи кешу в умовах реального використання, зокрема в системах, що підтримують процеси післявоєнної відбудови.

Удосконалено модель інформаційної системи підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості шляхом інтеграції модуля інтелектуального кешування, що забезпечує підвищення продуктивності системи та зменшення часу доступу до актуальних даних. Також удосконалено процес інформаційної підтримки користувачів системи шляхом розширення колекцій документів для нереляційної бази даних, призначеної для зберігання даних про пошкоджені об'єкти нерухомості, історії запитів користувачів і статистику пошкоджень.

Подальший розвиток у роботі отримали підходи до обробки і зберігання даних в інформаційній інфраструктурі галузі архітектури і будівництва шляхом поєднання технологій інтелектуального кешування з нереляційними базами даних. Таке поєднання дозволяє ефективно працювати з великим обсягом змінних даних, пришвидшує обробку

повторних звернень і забезпечує стабільний доступ до важливої інформації в умовах підвищеного навантаження.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів

Теоретичне значення дисертаційної роботи полягає у формалізації гібридного підходу до управління кеш-пам'яттю, який поєднує класичні стратегії з моделями машинного навчання для вирішення взаємопов'язаних задач додавання, видалення та інвалідації об'єктів. Запропонована модель демонструє нові можливості застосування Q-learning та логістичної регресії у контексті високонавантажених систем, що розширює теоретичні основи інтелектуального управління даними.

Практичне значення підтверджується розробкою програмного прототипу, що забезпечує ефективну роботу з динамічними даними в умовах великої кількості запитів. Запропонований метод дозволяє зменшити затримки доступу до даних і покращити використання кеш-пам'яті в інформаційних системах, орієнтованих на потреби користувачів, що задіяні в процесі відновлення пошкоджених об'єктів, а також може бути адаптований до інших сфер, де потрібне швидке і гнучке управління інформацією в реальному часі.

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.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дослідження викладено у 7 публікаціях, а саме: 4 статтях, 2 з яких опубліковані у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз (з них одна одноосібна), 2 статті у

виданнях інших держав, що індексуються у базі даних SCOPUS, та в 3 наукових працях, що представлені як тези доповіді у міжнародних науково-технічних конференціях (2 з яких проіндексовані у наукометричній базі даних SCOPUS). Публікації здобувача відповідають вимогам, що встановлені «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 03 травня 2024 р. № 507).

Структура і зміст дисертації

Дисертацію присвячено вирішенню науково-практичної задачі підвищення ефективності обробки та зберігання даних в інформаційній інфраструктурі галузі архітектури і будівництва.

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

Анотація українською та англійською мовами повністю розкриває зміст дисертаційної роботи та основні її положення, що відповідають суті проведеного дослідження.

У вступі подано загальний огляд предметної області, обґрунтовано актуальність застосування інтелектуальних методів керування даними в системах підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості, сформульовано мету і завдання дослідження, окреслено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, а також наведено перелік публікацій і апробацій, пов'язаних із тематикою дисертації.

У першому розділі дисертації проаналізовано особливості сучасного стану будівельно-технічної експертизи в Україні в умовах післявоєнного відновлення. Детально розглянуто проблеми обробки, зберігання та повторного використання даних у високонавантажених системах, включно з обмеженнями реляційних СУБД. За результатами аналізу обґрунтовано доцільність застосування нереляційних баз даних і технології кешування як

засобів підвищення швидкодії та масштабованості. Сформульовано постановку задачі розробки гібридного методу інтелектуального управління кешем.

У другому розділі сформульовано вимоги до бази даних системи, визначено основні типи запитів користувачів і технічні параметри обробки. Обґрунтовано вибір MongoDB як основної СУБД. Спроектовано структуру ключових колекцій документів, що лягла в основу моделі інтелектуального кешування, та обґрунтовано необхідність її впровадження для подолання недоліків класичних стратегій кешування.

У третьому розділі викладено розроблений гібридний метод інтелектуального управління кешем, який охоплює три підзадачі: визначення доцільності додавання нового об'єкта, вибір об'єкта для видалення та інвалідація застарілих даних. Обґрунтовано використання табличного Q-learning для першої задачі та логістичної регресії для двох інших. Подано формальну постановку задач, описано структуру ознак і додаткових колекцій у MongoDB, а також наведено узгоджену архітектуру взаємодії всіх компонентів системи, включно з Redis як засобом кешування. Розроблено блок-схему роботи гібридного методу.

У четвертому розділі описано реалізацію програмного прототипу системи, проведено експериментальні дослідження для оцінки ефективності запропонованого методу. Детально представлено архітектуру, реалізаційні особливості та принципи взаємодії між модулями бази даних, кешу, моделей машинного навчання й агента керування. Проведено порівняння результатів роботи гібридного методу з класичними стратегіями LRU та LFU в умовах змінного навантаження. Наведено графіки зміни кеш-хітів, що підтверджують переваги підходу.

У висновках дисертації узагальнено основні наукові результати, що повністю відповідають поставленим завданням.

Список використаних джерел містить 121 найменування, що оформлені відповідно до вимог.

У додатках надано довідки про апробацію результатів дисертації, зокрема в навчальному процесі та в рамках роботи з експертними установами.

Зауваження

Загалом позитивно оцінюючи цю роботу в цілому, слід звернути увагу на окремі дискусійні положення, які потребують роз'яснення і уточнення, а саме наступні.

1. У другому розділі обґрунтовано вибір MongoDB як основної СУБД для зберігання даних, однак порівняння з іншими альтернативними нереляційними рішеннями подано переважно на концептуальному рівні. Відсутні кількісні або експериментальні аргументи на користь саме такого вибору. Доцільним було б розширити це порівняння критеріями продуктивності, масштабованості або сумісності з обраною архітектурою, щоб зробити обґрунтування більш переконливим.

2. У третьому розділі дисертації представлено формалізацію задач інтелектуального управління кешем із використанням моделей машинного навчання, проте недостатньо чітко описано принципи добору ознак для навчання цих моделей. Зокрема, не розкрито, чому саме обрані характеристики вважаються релевантними для задачі кешування, які методи використовувались для їх попереднього аналізу або відбору, та як впливає включення певних ознак на якість прийняття рішень. Така невизначеність може ускладнити відтворення чи адаптацію запропонованого методу в інших контекстах, де структура даних або характеристики запитів відрізняються.

3. У четвертому розділі детально описано програмну реалізацію системи та проведено серію експериментів, однак у тексті бракує короткого узагальнення типових сценаріїв застосування запропонованого методу за межами тестового середовища. Таке уточнення могло б краще продемонструвати адаптивність рішення до реальних умов функціонування високонавантажених систем.

4. Дослідження зосереджено на задачах оптимізації кешування в умовах високого навантаження, однак не подано окремої оцінки ефективності запропонованого підходу для типових або менш навантажених інформаційних систем. Такий аналіз був би корисним для ширшого розуміння універсальності методу та потенціалу його застосування в інших класах систем.

Висновок

Вважаю, що дисертаційна робота Волоха Богдана Юрійовича «Інтелектуальне кешування даних в системі підтримки процесу відновлення пошкоджених об'єктів нерухомості» є повністю завершеним науковим дослідженням, що виконане на високому професійному рівні та не порушує принципів академічної доброчесності. Результати, що одержані в роботі є новими, відповідають поставленим цілям і задачам та мають теоретичне і практичне значення. Усі наведені зауваження орієнтовані на перспективу подальших науково-практичних розробок і не зменшують цінність результатів роботи.

Дисертація відповідає вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт, зокрема зміст дисертації загалом відповідає галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.05.2019 № 759), «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 03 травня 2024 р. № 507), а її автор, – Волох Богдан Юрійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

Офіційний рецензент,

в.о. завідувача кафедри інформаційних технологій

проектування та прикладної математики

Київського національного університету

будівництва і архітектури

доктор технічних наук, професор

Свгеній БОРОДАВКА



Свгеній БОРОДАВКА

Проректор
з наукової роботи
та інноваційного
розвитку КНУБА

О.Ю. Жованьчук

Особистий підпис в.о. завідувача
кафедри інформаційних технологій
проектування та прикладної математики
Київського національного університету
будівництва і архітектури, доктора технічних наук,
професора Свгенія Бородавкі. Засвідчую