

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Белоуса Романа Володимировича

на тему «Методи і програмні засоби підвищення ефективності виконання
запитів у високонавантажених системах»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Зростання обсягів даних, підвищені вимоги до швидкодії різноманітних інформаційних сервісів та необхідність ефективного розподілу ресурсів у сучасних високонавантажених системах вимагають створення відповідних методів та підходів до збереження та обробки надвеликих об'ємів даних та зумовлюють потребу в нових підходах до оптимізації виконання запитів. В умовах глобальної цифрової трансформації інформаційні системи повинні забезпечувати стабільну роботу навіть при збільшених навантаженнях, оскільки будь-яке уповільнення обробки запитів призводить до зниження продуктивності та фінансових втрат.

Висока динаміка змін у розподілених середовищах вимагає впровадження методів, які дозволяють зменшити мережевий трафік, покращити узгодженість даних між вузлами та забезпечити оптимальний розподіл ресурсів між серверами. Традиційні підходи до управління запитами, такі як централізоване масштабування, не завжди є ефективними.

Таким чином, дослідження та впровадження нових методів оптимізації виконання запитів у високонавантажених системах є важливою науковою задачею, що дозволяє підвищити продуктивність та зменшити навантаження на інфраструктуру.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) Вперше розроблено новий метод мінімізації мережевого трафіку при виконанні запитів у розподілених базах даних на основі алгоритму консенсусу Raft. Завдяки попередньому обміну метаданими та подальшій матеріалізації результатів метод дозволяє суттєво знизити обсяг інформації, що передається між вузлами, тим самим прискорюючи виконання запитів у високонавантажених системах.

2) Удосконалено метод узгодженості даних, застосувавши алгоритм Левенштейна з ваговими коефіцієнтами, що забезпечує більш точне визначення мінімальних змін між версіями даних. Такий підхід мінімізує передачу надлишкової інформації, передаючи лише необхідні зміни замість повних копій даних, знижуючи мережевий трафік та прискорюючи процес узгодження.

3) Удосконалено метод ребалансування даних у розподілених базах даних, інтегрувавши генетичні алгоритми з елітарністю та адаптивним схрещенням. Завдяки динамічному підбору параметрів та збереженню найкращих рішень метод дозволяє ефективніше розподіляти дані між вузлами, знижуючи час обробки запитів та підвищуючи загальну продуктивність системи.

Практичним результатом є розробка програмного забезпечення на основі фреймворку Laravel із використанням розподіленої бази даних MySQL та кешування Redis та реалізованим методом мінімізації мережевого трафіку в алгоритмі консенсусу Raft шляхом попереднього обміну метаданими між вузлами та подальшої матеріалізації отриманих результатів.

Наукові дослідження виконані здобувачем на кафедрі інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках ініціативної теми «Оптимізація роботи веб-орієнтованих систем з великим об'ємом даних» та відповідає напрямку «Інформаційні та комунікаційні технології» з переліку пріоритетних напрямів науково-технічної діяльності.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених системах виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Белоуса Р.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у інженерно-технологічний науковий напрям.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Белоуса Романа Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 142 сторінки.

У вступі детально наведено актуальність роботи в різних напрямках діяльності та важливість підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених розподілених системах, розкрито наукову новизну, зв'язок роботи з науковими програмами та планами, мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дисертаційного дослідження.

Перший розділ присвячено огляду та аналізу сучасних методів, підходів та технологій в області підвищення швидкодії виконання запитів у

високонавантажених системах, зокрема розглянуто основні теоретичні засади та підходи до розподілених баз даних та систем. Виконано аналіз літературних джерел, визначено недоліки наявних рішень та окреслено підходи, що слугували основою для подальших досліджень.

У другому розділі наведено огляд протоколів консенсусу в розподілених системах, детально розглянуто можливості оптимізації мережевого трафіку в алгоритмі Raft. Описано математичну модель, яка враховує процес обміну метаданими, для мінімізації обсягів передачі інформації. Також наведено метод узгодженості даних на основі алгоритму Левенштейна з урахуванням вагових коефіцієнтів, що дозволяє скоротити час обробки змін і навантаження на мережу.

У третьому розділі розглянуто задачі ребалансування розподілених баз даних та наведено підходи до їх розв'язання за допомогою генетичних алгоритмів. Основну увагу приділено механізмам елітарності та адаптивному схрещенню, які підвищують точність і швидкість збіжності до оптимального розподілу даних між вузлами. У результаті формалізовано задачу ребалансування даних та наведено опис використання нового підходу в практичних умовах.

Четвертий розділ присвячений розробці програмних засобів для реалізації запропонованих методів. Наведено загальну програмну архітектуру та принципи інтеграції модулів. Проаналізовано підходи до генерації тестових даних і забезпечення зручності розгортання програмного забезпечення.

У п'ятому розділі описано результати експериментальних досліджень, проведених у рамках інтегрального середовища системи онлайн-журналу. Наведено детальний аналіз отриманих результатів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату

опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 публікація у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus.

У наведених публікаціях досить повно викладено результати дисертаційної роботи. Статті містять оригінальний матеріал, який базується на дослідженнях здобувача.

Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Зауваження до оформлення роботи:

- в тексті дисертації застосовано досить багато англіцизмів, які мають відповідники в українській мові. Також одночасно зустрічаються одні і ті ж терміни та скорочення як українською так і англійською мовами, наприклад, DBMS та СКБД;
- рисунки 1.3 та 1.4 не відрізняється між собою;
- загальний об'єм роботи вказаний на сторінці 19 невірно: 152 замість фактичних 142 сторінок.

2. Зауваження до змісту роботи:

- тема дисертації присвячена методам підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених системах. Водночас в самій роботі розкрито саме тему підвищення ефективності в розподілених базах даних та системах і недостатньо уваги приділено особливостям високонавантажених систем;
- загальні висновки до роботи закороткі та не у повній мірі відображають поставлені задачі та результати досліджень.

3. У роботі не проведено аналіз швидкодії запропонованих методів в умовах використанні різних конфігурацій обчислювальних ресурсів, таких як: центральні чи графічні процесори, комп'ютерна мережа. Такий аналіз є

важливим для оцінки ресурсів, необхідних для реалізації запропонованих методів, водночас його відсутність може ускладнити застосування розробок у високонавантажених середовищах і знизити їхню практичну значимість. Також у розділі 5 не наведено опис конфігурації обчислювального стенду.

4. Для дослідження ефективності розроблених методів обрано використання СКБД MySQL. Однак для більш повноцінного дослідження не вистачає порівняння з іншими базами даних, як реляційними так і NoSQL, наприклад, Oracle, колонковою Apache HBase, Apache Cassandra чи MongoDB.
5. У роботі недостатню уваги приділено альтернативним підходам підвищення ефективності запитів. Не вистачає деталізації порівняння запропонованих методів з іншими сучасними підходами або алгоритмами.
6. Застосування модифікованого методу Левенштейна з ваговими коефіцієнтами є доцільним, в першу чергу, для роботи з текстовими даними. При зберіганні бінарних об'єктів такий алгоритм не забезпечує ефективного порівняння або часткового оновлення, що значно обмежує універсальність розробленого рішення.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Белоуса Романа Володимировича на тему «Методи і програмні засоби підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених системах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Інформаційних технологій». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає

вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Белоус Роман Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Доцент кафедри інформатики та
програмної інженерії
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
к.т.н.

М.П.

