

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора **Поворознюка Анатолія Івановича**
на дисертаційну роботу **Рибальченко Аліни Олександрівни**
«Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі
рангового підходу»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

1. Актуальність теми

Для ефективного функціонування та обробки транзакцій у реальному часі необхідно вирішити завдання щодо пошуку оптимальних стратегій для розміщення даних у базі даних (БД), тобто забезпечити необхідну швидкість обробки транзакцій (зменшити час на доступ до даних та збільшити продуктивність транзакційних інформаційних систем (ТІС)).

Забезпечення ефективного управління даними дозволить збільшити швидкість обслуговування клієнтів, зменшити час на відгук транзакційної системи та підвищити загальну надійність та продуктивність білінгових OLTP-систем. Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу, дозволить підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних.

Враховуючи вищевикладене, можливо стверджувати про те, що тема дисертаційної роботи Рибальченко А.О., яка спрямована на вирішення науково-технічної задачі розробки методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу (РП), є актуальною з наукової та практичної точок зору.

Особливу увагу автор приділив вирішенню наступних задач:

1. Аналіз існуючих моделей та способів побудови ТІС.
2. Розробка математичної моделі оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП.
3. Удосконалення узагальненої процедури A_0 та методу відсікання

безперспективних варіантів для задачі цілочисельного лінійного програмування (ЦЛП) з булевими змінними (БЗ).

4. Розробка методу оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах на основі РП.

5. Удосконалення методу формування гарантованих прогнозів для забезпечення заданої точності обчислень при допустимих часових та ресурсних витратах.

6. Експериментальне дослідження розроблених наближених та точних алгоритмів, а також стратегій формування шляхів у графі.

7. Оцінка впливу виконання сортувань коефіцієнтів при функціоналі та обмеженнях на величину похибки рішень наближених алгоритмів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась згідно планів науково-дослідних робіт кафедри комп'ютерної інженерії та програмування НТУ «ХПІ» у рамках науково-дослідних робіт: «Моделі і методи обробки даних і розподілу мережних ресурсів в комп'ютерних системах» (ДР № 0122U200527) та «Розробка пропозицій щодо оптимального розміщення даних та управління ресурсами в розподілених інформаційно-управляючих системах» (ДР № 0124U001391), в яких здобувачка брала участь у якості виконавця окремих підрозділів.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які наведені в дисертаційній роботі Рибальченко А.О., забезпечується аргументованою постановкою мети й задач дослідження, повнотою формулювання умов та обмежень при проведенні досліджень та застосування результатів, використанням сучасного математичного апарату та комп'ютерного моделювання.

Теоретичні дослідження виконано з використанням методів цілочисельного

лінійного програмування з булевими змінними, комбінаторні методи, методи послідовного звуження множини рішень, методи послідовного поліпшення рішень. Експериментальне дослідження розроблених наближених та точних алгоритмів, а також стратегій формування шляхів у графі та оцінка експериментальних даних, отриманих у ході роботи, проводилася на основі методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Результати теоретичних досліджень перевірені шляхом комп'ютерного моделювання.

4. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів зумовлено використанням відповідної методології дослідження та підтверджується їх узгодженням із теоретичними висновками, експериментами, чисельними розрахунками та верифікацією їх результатів. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що обґрунтовує використання певних методів, дослідження.

5. Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення.

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки. Дисертаційна робота Рибальченко А.О. є завершенною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури та додатки.

У вступі обґрунтовано актуальність оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах. Представлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, наведено наукову новизну, представлено практичне значення отриманих результатів, надано інформацію щодо особистого внеску здобувача та представлено перелік публікацій за темою дисертації.

В першому розділі проведено аналіз існуючих моделей та способів побудови ТІС, а також математичних моделей білінгових OLTP-систем, які функціонують у хмарному середовищі. Показано, що проектування, фрагментації, розміщення та стратегії виконання запитів мають здійснюватися одночасно, а для оптимізації продуктивності ІС існують різні способи (апаратні, програмні, адміністративні, архітектурні та технологічні). Запропоновано використання архітектурних та технологічних методів, які базуються на застосуванні технології Cloud Computing, зокрема для збільшення продуктивності OLTP-систем

В другому розділі розроблено математичну модель оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах. Відмінною особливістю даної моделі є використання персональних комп'ютерів, що входять до складу хмарної структури, у якості вузлів зберігання даних. Це дозволило побудувати раціональні плани розміщення даних у хмарі на основі РП до рішення задачі ЦПІ з БЗ.

Удосконалено узагальнену процедуру A_0 та метод відсікання неперспективних варіантів рішень у задачі ЦПІ з БЗ. Відмінною особливістю методу є впровадження нових понять, таких як одновимірний і m -мірний "коридор", а також системи калібрувальних шкал. Це дозволило ефективно відсікати неперспективні варіанти рішень.

В третьому розділі розроблено метод оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах, який ґрунтується на основі рангового підходу. Відмінною особливістю методу є те, що він має лінійну залежність зростання продуктивності системи від кількості процесорних елементів та високу ефективність і швидкість отримання допустимих варіантів розміщення даних. Це дозволило знизити похибку рішення задачі ЦПІ з БЗ до 0,5% за рахунок використання розроблених стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та сортування коефіцієнтів у функціоналі та обмеженнях для відсікання неперспективних варіантів рішень.

Удосконалено метод формування гарантованих прогнозів. Відмінною особливістю методу є використання принципів оптимізації за напрямком для

відсікання неперспективних варіантів рішень. Це дозволило здійснити оптимізацію точності обчислень при обмежених часових ресурсах на отримання рішення.

В четвертому розділі розроблено експериментальне дослідження розроблених наближених і точних алгоритмів та стратегій формування шляхів у графі, а також оцінку впливу виконання сортувань коефіцієнтів при функціоналі та обмеженнях на величину похибки рішень наближених алгоритмів. Зроблено порівняльний аналіз розроблених алгоритмів з відомими за вибраними показниками ефективності.

Дослідження похибки наближених алгоритмів показало, що із збільшенням розмірності вирішуваної тестової задачі, вона стабілізується і для різних стратегій відсікання та лежить у межах від 0,5 до 10%.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури досить широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості джерел теоретичного змісту (у тому числі вітчизняні) та деяких технічних робіт, а також іноземних джерел.

Додатки містять інформацію про практичне впровадження результатів дисертації та додаткову для більшого розкриття матеріалів досліджень.

6. Наукова новизна одержаних результатів

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Вперше розроблено модель оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП до рішення задачі ЦЛП з БЗ, яка використовує стратегії відсікання неперспективних варіантів рішення та принцип оптимізації за напрямком. Це дозволило побудувати раціональні плани розміщення даних у хмарі на основі РП до рішення задачі ЦЛП з БЗ.

2. Удосконалено метод відсікання неперспективних варіантів рішень у задачі ЦЛП з БЗ, який відрізняється від відомих тим, що впроваджено нові поняття, як одновимірний і m -мірний "коридор" та систему калібрувальних шкал. Це дозволило ефективно відсікати неперспективні варіанти рішень.

3. Вперше розроблено метод оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах на основі РП, який забезпечує лінійну залежність зростання продуктивності системи, на якій вирішується задача, від кількості процесорних елементів. Це дозволило знизити похибку рішення задачі ЦЛП з БЗ за допомогою використання стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та сортування коефіцієнтів у функціоналі та обмеженнях для відсікання неперспективних варіантів рішень, а також підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі розробки паралельних наближених і точних алгоритмів для стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та їх реалізації на паралельних обчислювальних структурах (ПОС), що використовують принцип циклічної обробки даних.

4. Одержав подальший розвиток метод формування гарантованих прогнозів рішення задачі ЦЛП з БЗ, який, на відміну від відомих, використовує принцип оптимізації за напрямком для відсікання неперспективних варіантів рішень. Це дозволило забезпечити задану точність обчислень при оптимальному розміщенні даних в білінгових OLTP-системах.

7. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному.

1. Використання рангових методів рішення задач булевого програмування та теорії графів, на основі єдиного підходу, дозволяє оперативно вирішувати задачу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах, при тому значення показника оперативності $P \geq 0,9$ – забезпечується для рішення задач із кількістю змінних від 250 до 400.

2. Розробка паралельних обчислювальних структур, які використовують

принцип циклічної обробки даних дозволяє підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах та знизити похибку рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними до 0,5% за рахунок використання розроблених стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та сортування коефіцієнтів у функціоналі та обмеженнях для відсікання неперспективних варіантів рішень.

Результати дисертації впроваджені та використані у діяльності компанії «Line Up», а також використовуються у навчальному процесі НТУ «ХП» та Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні положення дисертації опубліковано у 25 наукових працях, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у закордонних виданнях, 2 колективних монографіях (1 – одноосібний матеріал за розділом), 16 публікацій у матеріалах Міжнародних конференцій (1 – публікація, що внесена до міжнародної наукометричної бази SCOPUS).

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Слід зауважити, що постановочна частина дисертації виглядала б краще, якби більше уваги було надано порівняльному аналізу існуючих математичних методів, які використовуються у ТІС на базі різних архітектурних рішень. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків, щодо необхідності оптимізації структури розподілених баз даних для хмарних OLTP-систем.

2. На рис. 3.1 запропонована схема алгоритму паралельних обчислень. На схемі не в повному обсязі відображені елементи алгоритму, що ускладнює розуміння його роботи.

3. Для формування гарантованого прогнозу введено матрицю (3.7) на основі якої можливо побудувати процедуру A , але не вказується її зв'язок із процедурою A_0 .

4. В четвертому розділі запропоновано програмне забезпечення (ПЗ), яке складається з одного основного модуля Prog.exe, а також з файлу допомоги Prog.chm, у якому містяться короткі пояснення та основні визначення по роботі з ним, а також – алгоритм роботи запропонованого ПЗ. Але робота ПЗ описана не у повному обсязі.

5. При проведенні порівняльного аналізу альтернативних варіантів білінгових інформаційних систем, для більш якісного розгляду, варто було б розглянути операційну систему Android.

6. В другому та третьому розділах зустрічаються елементи огляду.

Зазначені недоліки не носять принциповий характер і не знижують наукової й практичної цінності роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

10. Висновки

Дисертаційна робота Рибальченко Аліни Олександрівни «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 12 – «Інформаційні технології» та спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати наукову та практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Рибальченко А.О. «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а її автор, Рибальченко Аліна Олександрівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія».

Рецензент – професор кафедри комп’ютерної інженерії та програмування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» доктор технічних наук, професор

Анатолій ПОВОРОЗНІОК

