

Вченому секретарю спеціалізованої вченої ради Д 26.185.01 Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України

03164, Київ, вул. Генерала Наумова, 15



ВІДГУК

офіційного опонента

дисертаційну роботу Сушка Сергія Володимировича “Методи оптимального розпаралелювання програм мікропроцесорних систем для підвищення їх ефективності”, подану на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти

Актуальність роботи

Апаратне та програмне забезпечення обчислювальної техніки постійно вдосконалюються. Водночас, з екстенсивним розвитком спостерігається і інтенсивний розвиток. При цьому значна увага приділяється більш ефективному використанню наявних ресурсів. Так використання ресурсів центрів обробки даних може суттєвим чином вплинути на енергоспоживання, наприклад, на кількість електроенергії, що необхідна для систем кондиціонування і, як наслідок, на операційні витрати.

Ефективність обчислень це багатофакторна характеристика. По-перше, це міра спроможності апаратного комплексу та компілятора реалізувати програмний код високого рівня. По-друге, ефективність обчислень може бути визначена, як доля реальної обчислювальної потужності відносно пікової обчислювальної потужності, що доступна для даного апаратного забезпечення. По-третє, ефективність обчислень базується на ефективності алгоритмів, що використовуються.

Оптимізація програмного забезпечення є важливим компонентом підвищення ефективності комп’ютерних систем. За рахунок зменшення необхідних ресурсів для виконання обчислювальної задачі, оптимізоване програмне забезпечення може мати більший функціонал та споживати менше

УТМЕ вх. 188

28.04.2021р.

електричної енергії. Також оптимізація програмного забезпечення важлива в сучасному контексті “зелених” обчислень. Зелені обчислення являють собою комплекс підходів до проектування, виготовлення, використання та утилізації комп’ютерів, серверів та їх підсистем, що є безпечними для навколишнього середовища та позначають зниження використання токсичних матеріалів, переробку, повторне використання обладнання.

Незважаючи на вагомі результати досліджень, щодо оптимізації програмного забезпечення, в них не приділяється достатньо уваги підвищенню його ефективності за рахунок оптимальної декомпозиції та розпаралелювання. Тому поставлена задача розроблення та дослідження методів розбиття ітераційного простору циклів програм є актуальною. Актуальність теми дисертаційної роботи також підтверджується тим, що дослідження проводилось у рамках науково-дослідних тем НАН України.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 6 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 161 сторінку, у тому числі 126 сторінок основного тексту, 15 таблиць та 74 рисунки.

У вступі наведено загальну характеристику дисертаційної роботи, актуальність теми, зв’язок роботи з науковими програмами, планами та темами, мету, завдання та методи дослідження, наукову новизну та значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, результати апробації та перелік публікацій автора.

У першому розділі наведено проблематику ефективності комп’ютерних програм та їх оптимізації. Наведена трирівнева ієрархія методів оптимізації комп’ютерних програм, що дозволяє найбільш повно використовувати всі наявні ресурси для покращення обраних параметрів програм. Обґрунтовується важливість оптимізації на кожному рівні ієрархії. Особлива увага приділяється оптимізації послідовності команд, що дозволяє не змінюючи алгоритм

програми та налаштування компілятора досягати зниження використаних ресурсів, необхідних для роботи програми. Автором наводяться методи оптимізації обчислювальних циклів комп'ютерних програм, що спрямовані на прискорення швидкодії. Наведено дані, що показують значний та складнопрогнозований ефект від оптимізації програмного забезпечення при використанні різних опцій компілятора.

У другому розділі наведено практичні методи оптимізації програмного забезпечення. У розділі зазначається спосіб оптимізації програмного забезпечення по типу перетворення вихідного коду у інший вихідний код, що є перспективним з точки зору відносної легкості в розробці та універсальності застосування. У розділі наводяться практичні методи перетворення обчислювальних циклів та моделей. Розглядається поліедральна модель, що дозволяє компактно описувати обчислювальні цикли будь-якої складності. Пропонується використання методу розбиття обчислювальних циклів на блоки та програмного пакету Pluto, що дозволяє застосовувати метод розбиття на блоки в автоматичному режимі. Автором наводяться результати застосування методу розбиття на блоки для тестових програм на двох апаратних платформах, що в цілому засвідчують його ефективність. Виконуючи аналіз залежності часу виконання програм від розмірів блоків розбиття автор робить висновок про доцільність більш точного підбору розмірів блоків розбиття.

У третьому розділі дисертаційної роботи автор пропонує використання дискретного методу рою часток, як оптимізаційний метод, що виконує пошук кращих розмірів блоків розбиття. Поєднуючи дискретний метод рою часток з методом розбиття на блоки та пропонуючи ітеративне використання методу для підбору оптимального розміру блоку розбиття, автор пропонує метод інтелектуального блочного розбиття. Запропонований метод дозволяє пришвидшити час виконання програм шляхом підбору оптимальних розмірів блоків розбиття. Автором наводиться алгоритм роботи методу.

У четвертому розділі автор наводить результати експериментальних вимірювань, що підтверджують удосконалення енергоефективності обчислень та ефективність запропонованого методу.

Додатки містять графічні матеріали, що отримані в результаті досліджень, вихідні коди запропонованого методу інтелектуального блочного розбиття та акт впровадження.

Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів роботи

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційного дослідження достатньо обґрунтовані та достовірні, що досягнуто за рахунок:

- системної постановки задачі досліджень та належного її обґрунтування;
- послідовності виконання та інтерпретації результатів експериментальних вимірювань;
- деталізованого теоретичного дослідження методу розбиття на блоки та теоретичними засадами, що покладені в його основу;
- повного та всебічного висвітлення запропонованого методу інтелектуального блочного розбиття;
- застосування обраних методів для досягнення цілі дослідження;
- досвіду практичного впровадження результатів дослідження.

Отримані висновки та рекомендації є достатніми. Достовірність результатів дослідження забезпечуються отриманими результатами використання методу та практичним впровадженням.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

До найбільш важливих результатів досліджень можливо віднести наступні:

1. Запропоновано ітераційний процес розпаралелювання операторів циклів мікропроцесорних програм, який відрізняється від відомих методів

визначенням оптимального рішення щодо розбиття ітераційного простору оператора циклу на окремі блоки;

2. Вперше для визначення оптимальних розмірів прямокутних блоків розбиття ітераційного простору операторів циклу програм застосований дискретний методу рою часток;

3. Вдосконалено дискретний метод рою часток шляхом визначення параметрів методу, а саме – початкового коефіцієнту інерції, індивідуального та соціального коефіцієнтів, при яких пошук розмірів блоків розбиття для прискорення обчислювань виконується швидше, ніж класичним методом;

4. Вдосконалено використання дискретного методу рою часток шляхом визначення кращих початкових даних для розташування часток рою, що зменшує число ітерацій для знаходження оптимального рішення.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що запропонований метод інтелектуального блочного розбиття дозволяє:

- оптимізувати програмне забезпечення за часом виконання методом ітеративного підбору розмірів блоків розбиття;
- покращити енергоефективність обчислень.

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 16 наукових роботах, серед яких: одна стаття у періодичних наукових виданнях інших держав; один розділ в колективній монографії, що індексується міжнародною наукометричною базою Scopus; чотири наукових статті (у тому числі три статті у наукових фахових виданнях); вісім публікацій у збірниках матеріалів міжнародних конференцій, з яких три індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus, а дві – у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

Зауваження до дисертації та автореферату

До недоліків автореферату дисертаційної роботи можна віднести наступне:

1. В дисертаційній роботі автор достатньо часто використовує поняття “оптимізація програмного забезпечення”, проте не завжди цілком зрозуміло в якому контексті: як загальну задачу чи в конкретному контексті роботи – оптимізація програмного забезпечення за часом виконання. Потрібні чіткіші формулювання, що однозначно трактуються;

2. В розділі 1.6 наведено результати дослідження щодо впливу опцій компіляції компілятора Intel C++ на час виконання двох тестових програм. В таблицях 1.1-1.3 представлені результати дослідження, але не зрозуміло хто саме і як їх проводив;

3. В розділі 2.3 згадуються методи трансформації ітераційного простору, які реалізовані такими програмними пакетами, як PIPS, Polaris, OPC, Omega Calculator, Suif. Але не надається аналіз цих методів, що ускладнює порівняльну оцінку з результатами автора дисертації;

4. В роботі говориться про оцінку доцільності оптимізації коду програм, але з тексту дисертації не зовсім зрозуміло, як саме проводити це оцінювання;

5. В роботі запропоновано підхід трансформації “програми на мові високого рівня в іншу програму на мові високого рівня”, але не проведено дослідження впливу різних компіляторів на результати оптимізації;

6. В дисертаційній роботі не вказані оцінки (теоретичні або практичні) часу роботи програмної реалізації запропонованого методу інтелектуального блочного розбиття. У випадках, коли час роботи програми, що реалізує роботу методу, достатньо тривалий, це може негативно вплинути на практичне застосування методу.

Загальні висновки по дисертаційній роботі

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що представлена дисертація виконана на високому рівні та є закінченою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані та апробовані практичні результати, які вирішують важливу та актуальну задачу покращення існуючих методів оптимізації програмного забезпечення.

Вважаю, що дисертаційна робота “Методи оптимального розпаралелювання програм мікропроцесорних систем для підвищення їх ефективності” за критеріями наукової новизни та практичної значимості отриманих результатів, обсягу та оформленню відповідає вимогам Атестаційної колегії МОН України, які висуваються щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Сушко Сергій Володимирович, заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – “Комп’ютерні системи та компоненти”.

Завідувач кафедри комп’ютерних систем та мереж
Національного університету “Запорізька політехніка”,

к.т.н., доц.

Р. К. Кудерметов

Підпис Р. К. Кудерметова засвідчую.

Учений секретар вченої ради
Національного університету “Запорізька політехніка”,

к.соц.н., доц.



В. В. Кузьмін