

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, професора кафедри інформаційних систем і технологій

Харківського національного університету радіоелектроніки,

доктора технічних наук, професора

Наталії Георгіївни Аксак

на дисертаційну роботу Мамчича Олександра Олександровича

«Моделі, методи та інформаційна технологія хмарних обчислень на основі мобільних пристроїв»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 «Інформаційні технології»

за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Мамчича Олександра Олександровича присвячена розв'язанню актуальної науково-технічної задачі підвищення енергоефективності розподілених хмарних обчислювальних систем шляхом залучення мобільних пристроїв як обчислювальних вузлів, розроблення моделей і методів оцінювання та прогнозування енергоспоживання, а також створення інформаційної технології їх практичного застосування.

Актуальність обраного напрямку визначається збільшенням обсягів хмарних обчислень, що супроводжується зростанням енергетичних витрат дата-центрів, мережевої інфраструктури й обчислювальних вузлів. Одночасно сучасні мобільні пристрої мають продуктивні багатоядерні процесори, графічні та нейронні прискорювачі, розвинені комунікаційні інтерфейси, а їх значна поширеність створює передумови для використання таких пристроїв як вузлів розподілених обчислювальних систем.

Використання персональних мобільних пристроїв у складі розподіленої системи пов'язане з гетерогенністю апаратних платформ, різними енергетичними профілями, нестабільністю мережевого з'єднання, обмеженнями акумуляторного живлення, тепловими режимами, фоновим навантаженням операційної системи, а також ризиками інформаційної безпеки й недоброчесної поведінки окремих вузлів. Тому безпосереднє перенесення

підходів до оцінювання традиційних серверних систем на мобільне середовище не завжди забезпечує достатню точність прогнозу.

З огляду на це розроблення формальних моделей, методів і відтворюваної процедури підтримки прийняття рішень щодо вибору мобільної, стаціонарної або змішаної конфігурації розподіленої системи є своєчасним та має наукове і практичне значення. Тема дисертації відповідає сучасним напрямкам розвитку інформаційних систем і технологій.

Оцінка структури та змісту дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальна логіка дослідження відповідає переходу від аналізу предметної області й постановки задачі до розроблення методів, моделей, програмної реалізації, експериментальної перевірки та формування інформаційної технології.

У першому розділі проаналізовано сучасні хмарні, крайові, високопродуктивні та волонтерські обчислювальні системи. Розглянуто перспективи залучення мобільних пристроїв, проблеми енергоспоживання, гетерогенності, доступності вузлів, передавання даних та інформаційної безпеки. За результатами аналізу сформульовано завдання дослідження.

У другому розділі розроблено метод оцінювання енергетичної ефективності окремого обчислювального пристрою. Метод передбачає вибір референсної задачі, реалізацію функціонально зіставного навантаження на різних платформах, вимірювання фонового та навантажувального енергоспоживання, визначення кількості операцій на одиницю енергії і порівняння альтернативних платформ.

У третьому розділі запропоновано уніфіковану модель і метод прогнозування енергоспоживання розподіленої обчислювальної системи. Експериментальну перевірку проведено на задачі трасування променів; додатково досліджено сценарій інференсу моделей комп'ютерного зору на смартфонах та одноплатних комп'ютерах.

У четвертому розділі розглянуто ризики відмови вузлів, фальсифікації результатів і несанкціонованого збору даних. Сформовано інформаційну технологію підтримки прийняття рішень, яку подано за допомогою IDEF0-діаграм.

Висновки відповідають основному змісту дисертації та загалом відображають розв'язання поставлених завдань.

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукову новизну отриманих результатів автор формулює так:

- вперше запропоновано метод порівняння енергетичних витрат стаціонарних та мобільних обчислювальних платформ, який відрізняється використанням алгоритмічно ідентичної референсної задачі та можливістю точного контролю обсягу обчислень, що забезпечує коректне зіставлення та прогнозування енергоспоживання. Експериментально підтверджено можливість зменшення витрат енергії на обчислення на 48 % при використанні мобільного пристрою;

- вперше запропоновано метод та уніфіковану модель прогнозування витрат енергії в розподілених обчислювальних системах на основі мобільних та стаціонарних обчислювальних пристроїв, які, на відміну від існуючих підходів до прогнозування параметрів виконання обчислень у розподілених системах, комплексно враховують витрати енергії на обчислення та передавання даних, особливості мобільного і стаціонарного обладнання, а також структуру обчислювальної задачі. Застосування розроблених засобів дало змогу в дослідженому сценарії зменшити енергоспоживання на 71 %;

- удосконалено уніфіковану модель прогнозування витрат енергії, яка, на відміну від існуючих моделей, враховує енергетичний вплив механізмів інформаційної безпеки на процес виконання обчислень у розподілених системах на основі мобільних пристроїв. Це дає змогу кількісно оцінювати накладні витрати заходів захисту та обґрунтовувати параметри їх застосування. У дослідженому сценарії використання мобільної конфігурації з урахуванням заходів інформаційної безпеки забезпечило зменшення енергоспоживання до 61 % порівняно зі стаціонарною конфігурацією.

Наукові положення сформульовано послідовно, вони пов'язані з поставленими завданнями та відображені у висновках до розділів і загальних висновках дисертації.

Практичне значення роботи

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки. Дослідження пов'язане з

виконанням госпдоговірної науково-дослідної роботи «Система асистованого супроводу динамічних об'єктів», номер державної реєстрації 0124U003837. Результати дисертації використано під час виконання зазначеної роботи.

Публікації здобувача

У дисертації наведено відомості про 11 публікацій здобувача. Перелік у додатку містить чотири наукові статті та сім тез доповідей. Основні результати роботи представлено у статтях у фахових наукових виданнях, а також на наукових конференціях і форумах. Тематика публікацій відповідає основним етапам дисертаційного дослідження: оцінюванню енергоспоживання мобільних пристроїв, розробленню уніфікованої моделі, урахуванню ризиків інформаційної безпеки та аналізу апаратних платформ.

Наведений у дисертації опис особистого внеску дає підстави вважати, що основні моделі, методи, програмні рішення та експериментальні результати отримано здобувачем особисто або за його безпосередньої участі.

Дотримання принципів академічної доброчесності.

За результатами ознайомлення з текстом дисертації, системою посилань, переліком публікацій та звітом про перевірку дисертації на наявність академічного плагіату ознак некоректного використання результатів інших авторів не виявлено. Запозичені положення належно оформлено та супроводжено посиланнями на відповідні джерела.

Зауваження та дискусійні питання

Загалом позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, вважаю за необхідне висловити такі зауваження та побажання.

1. Робота загалом відповідає спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», а на с. 152–155 інформаційну технологію подано як послідовність етапів та відображено IDEF0-діаграмами. Водночас механізм прийняття рішення за суперечливих показників енергоспоживання, часу виконання та рівня інформаційної безпеки потребує детальнішої формалізації. Доцільно визначити правило багатокритеріального вибору, спосіб нормування показників і структуру рекомендаційного висновку, що підвищило б відтворюваність та практичну цінність інформаційної технології.

2. У роботі зазначено, що результати референсної задачі не можна автоматично поширювати на memory-bound навантаження (с. 83–84), а задача трасування променів є відносно сприятливою, оскільки не потребує інтенсивного обміну даними між вузлами (с. 120–121). Водночас не систематизовано критерії визначення класів задач, для яких використання мобільної розподіленої системи є доцільним. Варто визначити їх з урахуванням обчислювальної інтенсивності, обсягу передавання даних, вимог до пам'яті та допустимого часу виконання.

3. Показники зменшення енергоспоживання на 48 %, 71 % і 61 %, наведені у положеннях наукової новизни та висновках (с. 31–32, 157–158), отримано за різних експериментальних і розрахункових сценаріїв та баз порівняння. Доцільно для кожного показника чіткіше зазначити тип задачі, склад мобільної і стаціонарної конфігурацій, умови вимірювання та межі перенесення результату на інші апаратні платформи, щоб наведені відсотки не сприймалися як універсальна характеристика мобільних пристроїв.

4. У підрозділах 4.2–4.3 (с. 138–147) обмеження експозиції даних формалізовано передусім через кількість інформаційних артефактів, доступних одному вузлу. Така модель не диференціює інформаційні артефакти за обсягом, рівнем чутливості та інформаційною цінністю. Доцільним напрямом розвитку є введення ваг чутливості або ризику для кожного артефакта.

5. Метод передбачає щонайменше три повтори вимірювання з усередненням результатів (с. 85), а в експерименті з частковим розрядженням акумулятора виконано дев'ять вимірювань у трьох серіях (с. 117). Водночас переважно наведено середні значення без показників розсіювання, довірчих інтервалів та оцінювання поширення похибки, пов'язаної з телеметрією і станом акумулятора. Подання стандартного відхилення, довірчих інтервалів та аналізу чутливості зробило б експериментальне обґрунтування повнішим.

Наведені зауваження мають переважно уточнювальний і рекомендаційний характер, окреслюють можливі напрями подальшого розвитку дослідження та не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Мамчича Олександра Олександровича «Моделі, методи та інформаційна технологія хмарних обчислень на основі мобільних пристроїв» є завершеною

самостійною науково-кваліфікаційною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, спрямовані на розв'язання актуальної науково-технічної задачі підвищення енергоефективності розподілених обчислювальних систем із залученням мобільних пристроїв.

Запропоновані метод оцінювання енергетичних витрат платформ, уніфікована модель і метод прогнозування енергоспоживання, розширення для врахування механізмів інформаційної безпеки та створена на їх основі інформаційна технологія мають наукове й практичне значення. Зміст роботи відповідає галузі знань 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

Дисертаційна робота за змістом, структурою, рівнем наукової новизни та практичною значущістю відповідає вимогам пунктів 6–9 Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), а її автор, Мамчич Олександр Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології».

Рецензент:

доктор технічних наук, професор
професор кафедри
інформаційних систем і технологій

Наталія АКСАК