

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Дмитренко Олександри Анатоліївни

на тему «Метод доповнювальних навантажень для розподілу задач в хмарних системах»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 — Електроніка та телекомунікації

за спеціальністю 172 — Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

У сучасному інформаційному середовищі хмарні технології та Kubernetes набули значного поширення як інструменти управління обчислювальною інфраструктурою. Система планування задач у багатосерверному середовищі функціонує на основі декларативної моделі, де кожна задача повинна надавати структуровану інформацію щодо своїх ресурсних вимог. Однак, чинна парадигма демонструє суттєві обмеження, оскільки статично визначені потреби в ресурсах часто не відповідають динамічній природі обчислювальних навантажень. Внаслідок цього виникають ситуації, коли задачі очікують на перепланування або потребують масштабування, що призводить до неефективного використання обчислювальних потужностей та збільшення латентності виконання.

Неоптимальність сучасного підходу полягає у необхідності втручання оператора для налаштування адаптивних механізмів прогнозування та розподілу ресурсів, що враховували б варіативність навантаження та контекстуальні фактори виконання задач. Інтеграція методів автоматичного комбінування ресурсів на основі історичних даних може суттєво покращити економічну

ефективність хмарних обчислень та забезпечити більш стабільну продуктивність системи в цілому.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Дмитренко Олександра обрала перспективний напрямок удосконалення підходу до аналізу ресурсних потреб на основі історичних даних та поточних метрик системи. Такий підхід дозволить здійснювати проактивне масштабування та оптимізацію розміщення задач, мінімізуючи простір обладнання та підвищуючи ефективність використання інфраструктури. Для цього вона розробила:

- 1) математичну модель для опису взаємодії доповнювальних груп навантажень, що базується на нечіткій логіці;
- 2) метод доповнювальних навантажень для розподілу планувальником задач у багатосерверній інфраструктурі;
- 3) покращення методу автомасштабування на основі повного заповнення серверів доповнювальними групами з метою передбачуваного та енергоефективного використання потужностей серверів.
- 4) покращення методу автомасштабування користуючись заповненням сервера максимальною ефективною кількістю доповнювальних груп з метою максимального зменшення безпечного резервного ресурсу.

Для забезпечення достовірних результатів Дмитренко О.А. брала актуальні статистичні дані на основі яких робила розрахунки та пояснювала напрямки дослідження.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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 Дмитренко О.А повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 — Телекомунікації та радіотехніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми “Телекомунікації та радіотехніка”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інформаційні та комунікаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дмитренко Олександрі Анатоліївни 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 / англійською мовою.

Текст містить усі необхідні структурні елементи, що викладені послідовно та коректно, а також є логічно пов'язані між собою. Стиль мовлення є науковим з використанням галузевої термінології.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 272 сторінок.

У вступі розкрита актуальність теми дисертаційної роботи, підкреслено зв'язок роботи з науково-дослідними роботами, чітко сформульовані мета, об'єкт, предмет та задачі дисертаційного дослідження, наукова новизна та практична цінність отриманих результатів. Також зазначено особистий внесок, наведено узагальнений перелік публікацій та короткий опис структури.

У першому розділі «Проблема кількості ресурсів та енергоефективності обслуговування навантаження інформаційно-комунікаційної системи» проведено аналіз проблемної області, описані сучасні підходи до побудови багатосерверних систем у вигляді хмар та приватних дата-центрів. Розяснені види поширеної архітектури застосунків, які виконуються на хмарах, особливості їх масштабування, балансування, групування, загальні принципи забезпечення надійності системи. Обґрунтовано причини та потреба втручання у механізм планування автоматичного розподілу задач для забезпечення більшої ефективності системи в плані енергетики та економії ресурсів. Визначено цілі та виконано постановку задачі дослідження.

У другому розділі «Математична модель розподілу навантаження в хмарному планувальнику ресурсів» описана ідея пошуку доповнювальних груп, досліджено методи та алгоритми, особливості пошуку доповнь. Обґрунтовується причина вибору нечіткої теорії ґраток для цього. Дмитренко О.А. пропонує математичну модель, яка відрізняється від існуючих тим, що оперує доповнювальними групами мікросервісів для побудови функції оптимізації використання ресурсів багатосерверної системи.

У третьому розділі «Комплексний метод доповнювального розподілення обчислювального навантаження в багатосерверній системі» детально описана ідея, метод та алгоритм визначення доповнювальних груп, наведені рисунки для підкріплення ідеї зроблені програмно. Метод полягає у розділенні всього чи поточного об'єму нормалізованих часових рядів навантажень мікросервісів за ключовим параметром (ЦП, ОП, мережевий ресурс) на кластери за схожим шаблоном. Дмитренко О.А, пропонує обрати поділ на 5-7 старнадртних груп за типом вжитку ресурсу. Наступним етапом буде комбінація часових рядів за принципом протилежних навантажень в моменти часу з метою формування спільної групи зі сталим навантаженням протягом доби. Такі групи слід сформувати для робочих, святкових та вихідних днів.

У четвертому розділі «Апробація та аналіз ефективності розробленого комплексного методу пошуку доповнювальних навантажень» зроблено огляд

інструментів моніторингу та написання коду, які надають можливість зібрати історичні дані та реалізувати метод доповнювальних навантажень на практиці зокрема для Kubernetes. Проведено імітаційне моделювання за допомогою мови програмування Python. Детально описано етапи оцінки ефективності представленого методу, що базуються на статистичних даних хмарних провайдерів за швидкістю виконання задач, типом задач та ресурсів, часом активності задач та ін. Обґрунтовані два варіанти покращення методу автомасштабування для економії серверних ресурсів частково на всіх кластерах, або на виділеному кластері під доповнювальні групи. Результати імітаційного експерименту представлені здебільшого у вигляді таблиць даних що показують перевагу запропонованого методу у всіх визначених критеріях.

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 9 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях.

Рівень наукових публікацій здобувача характеризується високою якістю: результати досліджень викладені в статтях із детальним обґрунтуванням та описом наукових досліджень з відповідними посиланнями та зазначенням особистого внеску, що свідчить про повне дотримання принципів академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У підрозділах 3.4.3.2 та 3.5.2 описана нормалізація вхідних даних та наведені формули для її проведення. Слід було б запропонувати нормалізацію під конкретні ресурси, які використовуються на хмарах та наведені в таблиці 4.7.

2. В розділі 2 розкрито причину вибору нечіткої логіки в поєднанні з теорією ґраток для формування доповнювальних груп, але не конкретизовано самі групи нечіткості.

3. В таблиці 4.9 наведено поділ доби на чотири групи, дві з яких в одній категорії. Можливо доцільно було б динамічно визначати кількість груп поділу дня користуючись аналітичними даними часових рядів.

4. В підрозділі 3.5.3 наведено опис кластеризації за допомогою алгоритму K-Means та запропоновано критерії визначення кількості груп. Кількість груп було б ефективніше формувати динамічно за допомогою передбачення кількості суттєвих екстремумів в часових рядах, що належать певному шаблону.

5. В розділі 1 багато інформації на теми, споріднені з темою дослідження, але слід було подати її більш згруповано, щоб чітко можна було прослідкувати причини необхідності впровадження нового методу для планування розподілу задач.

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 Дмитренко Олександри Анатоліївни на тему «Метод доповнювальних навантажень для розподілу задач в хмарних 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

електроніки та телекомунікацій. 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 Дмитренко Олександра Анатоліївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 — Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 — Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент:

професорка кафедри комп'ютерної
інженерії та програмування
Національного технічного університету
"Харківський політехнічний інститут",

Ніна КУЧУК



« 2 » 06 2025 року

