

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук,

професора Леонова Сергія Юрійовича

на дисертаційну роботу Шиман Анни Павлівни

«СИНТЕЗ КЛАСТЕРА ГРАНИЧНОГО ШАРУ

КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

1. Актуальність теми

Інтернет речей стрімко розвивається, охоплюючи все більше сфер — від промислових об'єктів до міської інфраструктури й побутових пристроїв. Зі збільшенням кількості IoT-пристроїв та обсягів оперативних транзакцій зростає потреба у швидкій, надійній та ефективній їх обробці. Це створює нові виклики для комп'ютерних систем, які мають працювати в режимі реального часу, підтримуючи безперебійну взаємодію між розподіленими елементами мережі.

Граничний шар інфраструктури IoT забезпечує попередню обробку даних із мінімальними затримками, однак його ресурси є обмеженими. Це створює ризики перевантаження, втрати продуктивності та зниження якості обслуговування.

Тому актуальним є удосконалення методів організації граничного шару, зокрема синтезу його кластерів, що дозволяють оптимізувати розподіл навантаження. Запропоновані в дисертації підходи базуються на використанні стохастично-детермінованих моделей, які враховують часові характеристики транзакцій та особливості функціонування IoT-систем.

Результати дослідження спрямовані на підвищення ефективності використання ресурсів і забезпечення стабільної роботи комп'ютерних систем підтримки IoT в умовах динамічного середовища.

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

Дисертаційна робота була виконана у межах науково-дослідних робіт кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» в рамках науково-дослідної теми: «Моделі і методи обробки і розподілу мережних ресурсів в комп'ютерних системах» (ДР №0122U200527, компанія «LineUp», м. Харків), де здобувачка брала участь у якості виконавиці.

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

Робота Шиман А.П. є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури і додатки.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, пов'язаної з підвищенням ефективності використання обчислювальних ресурсів граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей.

У вступі обґрунтовано актуальність теми в контексті сучасного розвитку систем Інтернету речей, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження. Вказано зв'язок роботи з науковими програмами, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено особистий внесок здобувача та перелік публікацій за темою дисертації.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану розвитку IoT-систем, розглянуто архітектуру багаторівневої комп'ютерної системи підтримки IoT, зокрема граничного шару. Окреслено основні проблеми, пов'язані з обробкою транзакцій у режимі реального часу, та обґрунтовано вибір напрямів дослідження.

У другому розділі розроблено метод побудови функціональних моделей кластерів граничного шару з використанням апарату узагальнених часових мереж Петрі. Одержані моделі дозволяють формалізувати процес обробки транзакцій, дослідити динаміку навантаження та визначити ймовірності переходів між станами системи.

У третьому розділі запропоновано метод формування кластерів граничного шару з використанням напівмарковських процесів та редукції кількості станів. Показано, що такий підхід дає змогу зменшити середній час виконання транзакцій та знизити обчислювальну складність моделювання без втрати точності.

У четвертому розділі удосконалено метод короткострокового прогнозу часових параметрів кластерів, який враховує обмеження IoT-вузлів та дозволяє оперативно перерозподіляти ресурси системи підтримки IoT. Ефективність запропонованого підходу підтверджено за результатами імітаційного моделювання та оцінки точності прогнозу в різних сценаріях навантаження.

У висновках наведено основні результати та вирішені наукові задачі дослідження.

4. Наукова новизна одержаних результатів

Дисертація містить наукову новизну, що виявляється у вдосконаленні та розвитку підходів до моделювання і організації граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей.

До найбільш суттєвих результатів слід віднести:

- удосконалено метод побудови функціональних моделей кластерів граничного шару, який відрізняється використанням апарату узагальнених часових мереж Петрі, що дозволяє точніше моделювати обробку транзакцій, визначати ймовірності переходів між станами та враховувати стохастичну природу навантаження;
- отримав подальший розвиток метод формування кластерів граничного шару з використанням функціональної моделі та апарату напівмарковських процесів, що дало змогу зменшити середній час обробки транзакцій і знизити обчислювальну складність завдяки редукції кількості станів мережі Петрі;
- удосконалено метод короткострокового прогнозу часових параметрів кластерів граничного шару, який враховує обмежені ресурси IoT-

вузлів і базується на рекурентних оцінках часових рядів, що дозволило підвищити точність прогнозування та забезпечити оперативний перерозподіл обчислювальних ресурсів у динамічному середовищі.

5. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів забезпечується узгодженістю між поставленими завданнями та застосованими методами дослідження. Крім того, переконливість заявлених положень підкріплюється логічною побудовою дисертаційної роботи та результатами імітаційного моделювання, що дозволяють оцінити адекватність розроблених моделей.

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

Запропоновані моделі та методи можуть бути використані при впровадженні комп'ютерних систем підтримки Інтернету речей, зокрема на рівні граничного шару. Вони дозволяють зменшити час обробки транзакцій, підвищити точність прогнозу навантаження та забезпечити адаптивний розподіл ресурсів.

Застосування функціональної моделі та методів прогнозування показало ефективність при обробці оперативних транзакцій в умовах високого навантаження. У дисертації подано практичні рекомендації щодо їх впровадження, що сприяє зниженню ризику перевантаження та втрат даних.

7. 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 і результати дисертаційних досліджень опубліковані в 16 наукових працях: 5 статей – у наукових періодичних фахових виданнях України та 11 матеріалів апробаційного характеру.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У другому розділі при побудові функціональної моделі кластера граничного шару не враховано можливі збої або нестабільна робота пристроїв IoT, що може впливати на точність моделювання в реальних умовах.

2. У другому розділі також не подано детального аналізу обсягу та структури трасувальних даних, які використовуються для побудови часових мереж Петрі, що ускладнює оцінку надійності результатів.

3. У третьому розділі описано метод редукції кількості станів часової мережі Петрі, але не розглянуто, як така редукція вплине на здатність моделі працювати з новими видами транзакцій або зміненими умовами обміну даними. Це може обмежити її застосування у складніших або динамічніших ситуаціях.

4. У четвертому розділі при проведенні моделювання короткострокового прогнозу не враховано вплив зовнішніх чинників, наприклад, змін у якості каналів зв'язку, що може знижувати точність прогнозування в окремих випадках.

Зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової та практичної цінності. Вони не є визначальними і можуть бути враховані як напрямки подальших досліджень. Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи випадків порушення академічної доброчесності виявлено не було.

9. Висновки

Дисертаційна робота Шиман А.П. 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 та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Шиман Анни Павлівни «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної 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 12.01.2022 № 40, а сама авторка, Шиман Анна Павлівна, 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

