

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента кандидата технічних наук, доцента

Ляшенка Олексія Сергійовича

на дисертаційну роботу Шеліхова Юрія Олександровича

на тему: «Моделі та метод контролю мікроклімату у мікросервісних
інформаційно-вимірювальних системах»

подану до захисту на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність, науково-технічна спрямованість і відповідність спеціальності.

Дисертаційна робота Шеліхова Ю.О. присвячена розв'язанню актуальної науково-технічної задачі підвищення ефективності розподілених інформаційно-вимірювальних систем контролю мікроклімату шляхом використання мікросервісної архітектури, IoT-рівня збору даних та інтелектуальних алгоритмів прийняття рішень.

Актуальність дослідження визначається тим, що системи контролю мікроклімату у сіті-фермах, теплицях, розумних приміщеннях та агротехнічних комплексах потребують одночасного забезпечення точності вимірювання, оперативності обробки телеметрії, відмовостійкості, масштабованості та енергоефективності. Традиційні централізовані рішення обмежено підтримують горизонтальне масштабування і не завжди забезпечують гнучку інтеграцію з гетерогенними сенсорами та актуаторами.

Тематика роботи повністю відповідає спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», оскільки стосується проєктування високоефективних компонентів розподілених комп'ютерних систем, організації потокового обміну даними, побудови мікросервісної топології, контролю параметрів середовища та експериментального оцінювання продуктивності й надійності програмно-апаратної платформи.

Оцінка структури роботи та методології дослідження.

Дисертація має логічну побудову і відображає послідовний інженерний цикл: аналіз предметної області, формування вимог, математичне та інформаційне

моделювання, розроблення мікросервісної архітектури, створення методів інтелектуального контролю та експериментальна перевірка одержаних результатів.

У першому розділі обґрунтовано потребу у переході від монолітних і централізованих систем до модульних розподілених платформ. У другому розділі розглянуто модель стану мікроклімату та критерії якості контролю. У третьому розділі подано архітектуру мікросервісної інформаційно-вимірювальної системи, включно з IoT-рівнем, сервісами збору даних, обробки, зберігання, аналітики та керування актуаторами. Четвертий розділ присвячено методам Q-learning, LSTM-прогнозування та гібридного адаптивного контролю. У п'ятому розділі наведено результати експериментального оцінювання.

Методологічна основа роботи є достатньо повною: застосовано системний аналіз, методи теорії розподілених систем, математичне моделювання, машинне навчання, навчання з підкріпленням, аналіз часових рядів, імітаційне моделювання та статистичне опрацювання експериментальних даних. Такий набір методів відповідає поставленим завданням і характеру одержаних результатів.

Наукова новизна та інженерний внесок.

Найвагомішим результатом дисертації є запропонована архітектурна модель мікросервісної розподіленої інформаційно-вимірювальної системи інтелектуального контролю мікроклімату. Її особливістю є функціональна декомпозиція компонентів, контейнеризація сервісів, асинхронна подієво-орієнтована взаємодія та можливість горизонтального масштабування окремих функціональних вузлів.

Важливим є удосконалення моделі представлення стану мікроклімату, у якій поточні та історичні вимірювання від різнорідних сенсорів перетворюються на багатовимірний вектор параметрів середовища. Це створює основу для прогнозування зміни мікроклімату та переходу від реактивного до проактивного контролю.

Метод адаптивного інтелектуального контролю на основі навчання з підкріпленням набув подальшого розвитку завдяки використанню багатокритеріальної функції винагороди, що враховує не лише наближення параметрів до цільових значень, а й стабільність функціонування та енергоспоживання. Такий підхід є доцільним для систем, де керуючі рішення мають формуватися в умовах змінних зовнішніх факторів.

Обґрунтованість, достовірність і практична значущість результатів.

Обґрунтованість результатів забезпечується узгодженістю між сформульованою метою, завданнями, моделями, архітектурними рішеннями та методикою експериментальної перевірки. Автор не обмежився декларативним описом мікросервісної архітектури, а розглянув її як інженерну основу для збору, обробки, прогнозування і використання телеметричних даних у контурі керування.

Практичну цінність має програмно-апаратний прототип системи, який може бути використаний для побудови масштабованих платформ контролю мікроклімату у закритому агровиробництві, сіті-фермах, розумних приміщеннях та навчально-дослідних лабораторіях. Експериментальні результати свідчать про зменшення відхилення параметрів мікроклімату і скорочення енергоспоживання порівняно з традиційними підходами.

Позитивно оцінюю також орієнтацію роботи на практичні засоби сучасної комп'ютерної інженерії: контейнеризацію, брокери повідомлень, сервіси потокової обробки, бази даних часових рядів, засоби моніторингу та логування.

Зауваження та дискусійні положення.

1. У роботі доцільно було б детальніше обґрунтувати вибір меж декомпозиції мікросервісів, оскільки надмірне дроблення функцій може збільшувати мережеві накладні витрати та ускладнювати супровід системи.

2. Бажано розширити пояснення щодо ресурсних вимог запропонованої платформи для малих об'єктів, де використання повноцінного хмарного контуру може бути надлишковим.

3. Доцільно чіткіше показати, які функції виконуються на периферійному рівні, а які передаються до хмарного середовища, особливо у сценаріях втрати зв'язку.

4. Доцільно конкретизувати, за якими кількісними показниками оцінювалася ефективність масштабування сервісів (наприклад, приріст пропускної здатності, p95/p99 затримки, завантаження контейнерів), щоб підсилити інженерну інтерпретацію результатів.

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Оприлюднення результатів, особистий внесок та академічна доброчесність.

Основні результати дисертації оприлюднено у 12-х публікаціях, з них – 5 статей у фахових періодичних виданнях України з технічних наук, 1 – в міжнародному журналі «Future Computer and Communication», 1 – розділ у колективній монографії, 5 тез доповідей у матеріалах міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференцій.

Всі ці публікації охоплюють мікросервісну архітектуру, IoT-рівень збору телеметрії, LSTM-прогнозування, Q-learning для адаптивного контролю, балансування навантаження та експериментальну оцінку ефективності. Зміст публікацій узгоджується з положеннями, винесеними на захист.

Особистий внесок здобувача у працях, виконаних у співавторстві, конкретизовано. Під час ознайомлення з дисертацією ознак порушення академічної доброчесності не виявлено; використані джерела та запозичені підходи супроводжуються відповідними посиланнями.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Шеліхова Юрія Олександровича є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, в якій розв'язано актуальну науково-технічну задачу побудови моделей та методу контролю мікроклімату у мікросервісних інформаційно-вимірювальних системах.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю і достовірністю результатів, практичною значущістю та повнотою їх оприлюднення дисертація відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Вважаю, що Шеліхов Юрій Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент
декан факультету комп'ютерної інженерії
та інформаційних технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки



Олексій ЛЯШЕНКО