

УДК 004.4

Куликовська Н.А.¹, Тіменко А.В.², Тіменко К.І.², Трубочин Д.С.³

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² викл. Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О.Г. Івченка

³ студ. гр. КНТ-512 НУ «Запорізька політехніка»

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ СЕРЕДОВИЩЕМ

Сучасний етап розвитку інформаційно-комунікаційних технологій характеризується активним впровадженням концепції Інтернету речей (IoT), що забезпечує інтеграцію фізичних об'єктів у глобальні мережі з метою обміну даними та оптимізації процесів управління, тому дослідження питань ефективного використання IoT для побудови інтелектуальних систем моніторингу та керування є надзвичайно актуальним. Зростаюча потреба у створенні адаптивних, гнучких і розумних рішень для різних галузей, зокрема екологічного моніторингу, розумного міста та промислової автоматизації, вимагає нових підходів до розробки архітектур IoT-систем. Існуючі рішення, такі як платформи AWS IoT, Microsoft Azure IoT Hub і Google Cloud IoT Core [1], забезпечують інструменти для збору, обробки та аналізу даних від великої кількості сенсорів, проте залишається проблема побудови ефективних моделей розподіленого обчислення, масштабованості рішень та забезпечення їхньої безпеки, що визначає напрямок подальших досліджень у цьому полі. Серед останніх наукових досягнень можна виділити моделі туманних обчислень (fog computing), орієнтовані на обробку даних ближче до джерела їх виникнення для зменшення затримок і зменшення навантаження на мережу [2], а також інтелектуальні платформи типу EdgeX Foundry для гнучкого розгортання IoT-інфраструктури [3]. Водночас питання інтеграції таких рішень із системами машинного навчання для адаптивної обробки потокових даних досі не має вичерпного вирішення і потребує подальшого аналізу.

Метою даної роботи є розробка концептуальної моделі IoT-системи моніторингу та управління середовищем на основі інтеграції хмарних, туманних і крайових обчислень із використанням технологій машинного навчання для підвищення ефективності обробки даних у реальному часі. Завданнями дослідження визначено аналіз існуючих платформ і моделей для IoT-інфраструктур, розробку концепції розподіленої архітектури з використанням fog computing, експериментальне моделювання потокових сценаріїв обробки даних та оцінку ефективності запропонованої системи.

Методологія дослідження базується на застосуванні аналізу наукової літератури та практичного досвіду використання хмарних сервісів AWS IoT

Core, Azure IoT Central і Google Cloud IoT Core [1–3], моделюванні архітектурних рішень за допомогою концепцій fog та edge computing, а також на експериментальній перевірці функціонування розподіленої обробки даних на платформі EdgeX Foundry у поєднанні з локальними аналітичними модулями на базі TensorFlow Lite для крайових пристроїв [4].

Результатом дослідження стала розробка концептуальної моделі побудови інтелектуальної IoT-системи моніторингу середовища, яка забезпечує поєднання хмарного обліку, туманної обробки та локальної аналітики. Основні компоненти запропонованої моделі включають рівень збору даних від сенсорних пристроїв, рівень туманних вузлів для первинної фільтрації та агрегації даних, рівень локальної аналітики на edge-пристроях для прийняття оперативних рішень та рівень хмарної платформи для довгострокового зберігання та глибинної обробки інформації. Експериментальні дослідження показали, що впровадження такої розподіленої архітектури дозволяє зменшити середній час реакції системи на 35% порівняно із традиційними централізованими моделями обробки даних (табл. 1).

Таблиця 1 - Порівняння традиційної та розподіленої обробки даних в IoT-системах

Параметр	Традиційна обробка	Розподілена обробка
Середній час реакції	250 мс	160 мс
Навантаження на мережу	Високе	Помірне
Надійність системи	Низька	Висока
Можливість локальної аналітики	Відсутня	Присутня

Запропонована модель розподіленої IoT-системи дозволяє істотно підвищити ефективність і надійність процесу моніторингу та управління середовищем за рахунок інтеграції технологій fog та edge computing із можливостями машинного навчання, що є перспективним напрямком розвитку інтелектуальних систем Інтернету речей у контексті цифрової трансформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. AWS IoT Core [Electronic resource]. – Mode of access: <https://aws.amazon.com/iot-core/>
2. Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S. Fog computing and its role in the internet of things [Electronic resource] / Flavio Bonomi, Rodolfo Milito, Jiang Zhu, Sateesh Addepalli // Proceedings of the first edition of the MCC workshop on

Mobile cloud computing. – 2012. – P. 13–16. – Mode of access: <https://doi.org/10.1145/2342509.2342513>

3. EdgeX Foundry – Open Source Edge Platform [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.edgexfoundry.org/>

4. TensorFlow Lite [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.tensorflow.org/lite>