

Архітектурні особливості та програмно-апаратна реалізація систем Інтернету речей (IoT)

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено принципи побудови систем Інтернету речей (IoT) та їх роль у створенні «розумних» середовищ. Проаналізовано багаторівневу архітектуру IoT-рішень, особливості вибору протоколів зв'язку та методи інтеграції сенсорних мереж. Розглянуто практичне застосування технологій для автоматизації процесів у сферах Smart City та побутової електроніки. Визначено ключові підходи до підвищення енергоефективності та безпеки обміну даними. Результати дослідження спрямовані на оптимізацію управління складними технологічними системами за допомогою інтелектуальних пристроїв.

Ключові слова: Інтернет речей, IoT, розумні системи, автоматизація, сенсорні мережі, енергоефективність.

Abstract

This paper investigates the design principles of Internet of Things (IoT) systems and their role in developing "smart" environments. It analyzes the multi-layered architecture of IoT solutions, communication protocol selection, and sensor network integration methods. The study examines practical applications for process automation in Smart City initiatives and consumer electronics. Key approaches to enhancing energy efficiency and data exchange security are identified. The findings are aimed at optimizing the management of complex technological systems through the use of intelligent devices.

Keywords: Internet of Things, IoT, smart systems, automation, sensor networks, energy efficiency..

Вступ

Сучасна архітектура комп'ютерних систем все частіше базується на принципах розподілених обчислень. Традиційні мікропроцесорні системи тепер інтегруються в мережу Internet, що дозволяє здійснювати моніторинг та керування фізичними процесами дистанційно через веб-інтерфейси. Це вимагає переосмислення класичної ієрархії пам'яті та інтерфейсів введення-виведення мікропроцесора для забезпечення роботи «розумних» пристроїв.

Програмно-апаратна організація інтелектуальних компонентів IoT

Проектування сучасних систем Інтернету речей передбачає багаторівневу структуру, де кожен етап обробки даних має власну спеціалізацію:

1. Апаратна база та рівень збору сигналів. На початковому етапі використовуються мікропроцесорні системи з розвинутою периферією. Для підвищення швидкодії системи застосовуються механізми переривань та апаратні блоки обробки аналогових сигналів. Це дозволяє пристрою миттєво реагувати на зміни в навколишньому середовищі (наприклад, спрацювання сенсора руху або зміна температури) без постійного завантаження основного обчислювального ядра[3].

2. Концепція периферійних обчислень (Edge Computing). Важливою особливістю архітектури є перенесення частини логіки обробки безпосередньо на кінцевий пристрій. Використання сучасних 32-бітних мікроконтролерів дозволяє виконувати первинну фільтрацію даних та стиснення інформації перед відправкою[2]. Такий підхід суттєво знижує навантаження на канали зв'язку та дозволяє системі приймати критично важливі рішення локально, навіть у разі втрати з'єднання з сервером.

3. Мережева інтеграція та стек протоколів. Обмін даними базується на використанні енергоефективних стандартів передачі. Пріоритет надається протоколам з мінімальним оверхедом, таким як MQTT або CoAP[1]. Для забезпечення цілісності даних на транспортному рівні впроваджуються методи легкого шифрування, що не вимагають значних ресурсів пам'яті мікропроцесора, але надійно захищають інформацію від несанкціонованого доступу[2].

4. Системна візуалізація та моніторинг. Кінцевий етап архітектури включає програмні інтерфейси для відображення поточної телеметрії. Використання адаптивних веб-технологій та API-

інтеграції дозволяє оператору отримувати доступ до керування «розумною» системою з будь-якого терміналу, забезпечуючи гнучкість налаштування параметрів автоматизації в реальному часі[1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мережеві технології в системах IoT : підручник / авт. кол. — К. : Техніка, 2021. — 305с.
2. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things / D. Hanes, G. Salgueiro. — Cisco Press, 2017. — 520 p.
3. Азаров О. Д. Архітектура комп'ютера : навчальний посібник / О. Д. Азаров, Л. С. Черняк. — Вінниця : ВНТУ, 2018. — 210 с.

Богомолів Сергій Віталійович – к.т.н., доцент каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Безруков Владислав Олександрович – студент групи 2КІ-236 факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bezrukovvladyslav8578212@gmail.com

Bohomolov Serhii – Ph.D., Ph.D., Associate Professor kaf. OT, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Bezrukov Vladislav – student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bezrukovvladyslav8578212@gmail.com