

# Побудова Системи Моніторингу та Керування Станом Навколишнього Середовища на Основі Технології ІоТ

Н. Бондаренко  
кафедра системного проектування  
Національний технічний університет України “КПІ імені І.Сікорського”  
Київ, Україна  
nataliya.bondarenko17@gmail.com

## Designing of System for Environment State Monitoring (Based on Internet of Things Technology)

N. Bondarenko  
Computer aided design department  
National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
Kyiv, Ukraine  
nataliya.bondarenko17@gmail.com

**Анотація**—У даній роботі запропоновано підхід до побудови системи моніторингу навколишнього середовища, а саме – посівних угідь. Проаналізовано доцільність використання технології Інтернет Речей у сукупності з пристроєм Raspberry Pi із набором потрібних сенсорів у якості автономної станції. Також досліджено можливості використання мікросервісної архітектури як основної для проектування масштабованого серверного додатку.

**Abstract**— This paper proposes an approach to building a system for monitoring the state of environment, crop lan, in particular. Feasibility of using the Internet of Things technology in conjunction with a device Rapsberry Pi with a set of sensors required in a stand-alone station was analyzed. The possibility of using architecture based on microservices as a basic design principle for a scalable server application was investigated.

**Ключові слова**—*Інтернет речей, мікросервіс, пристрій, датчик, Docker, Raspberry Pi.*

**Keywords**—*Internet of Things, microservice, device, sensor, Docker, Rapsberry Pi.*

### I. ВСТУП

Комп’ютерні науки вже давно перестали забезпечувати лише проблеми, пов’язані з військовою галуззю, як це було на початкових етапах їх розвитку більш ніж півстоліття тому. Наразі вони все більше інтегруються в інші прикладні галузі, пропонуючи свій інструментарій для полегшення праці людей. Аграрна промисловість стала

однією з тих галузей, вплив на які інформаційних та інженерних розробок залишається досить слабким, особливо в Україні. Різноманітні автоматизовані ферми, “розумні” теплиці все ще залишаються поодиноким явищем на теренах України. Подальший розвиток сільського господарства вимагає використання сучасних технологій і обладнання, які економлять ресурси і підвищують ефективність виробництва. В усьому світі зростає попит на послуги, що дають змогу зібрати й опрацювати зібрані дані в інтересах точного землеробства. Такі дані можуть бути використані для планування та контролю етапів сільськогосподарського виробництва, економії посівного матеріалу та добрив, що дозволить ефективно використати час і грошові ресурси, а також покращити стан навколишнього середовища.

Однією з іновацій, що починає активно захоплювати аграрний ринок (принаймні у США) є безпілотні технології. Використання дронів дозволяє аграріям моніторити стан якості оранки й посіву, прогнозувати врожай, захищати ділянки від пожеж та розкрадань і навіть «точково» поліпшувати стан ґрунту, вносячи мікродобрива. Поки що ця технологія має низку недоліків: труднощі у закладенні маршруту для дрона, залежність від погодних умов тощо.

Дана робота присвячена дослідженню можливості проектування системи наземного моніторингу середовища, що буде надавати дані про його стан, а також аналізувати дані по мірі їх накопичення. Труднощі і водночас

іновативність поляють у тому, що подібні системи не використовувались раніше для моніторингу на великих площах.

## II. ТЕХНОЛОГІЯ INTERNET OF THINGS ТА Ї ВИКОРИСТАННЯ В КОНТЕКСТІ РОБРОБКИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ СЕРЕДОВИЩА

Інтернет речей (IoT) – це мережева парадигма, що передбачає наявність взаємопов'язаних, “розумних” об'єктів, які безперервно генерують дані і передають їх через Інтернет. Стратегія роботи з даними для IoT має декілька етапів: збір, обробку, розповсюдження та використання даних. [1]

Концепція IoT не є новою. Програмований логічний контролер (ПЛК) з 1970-их років є мікро-моделлю системи IoT, яка широко використовувалась для управління верстатами і процесами на заводах. ПЛК є системою, що складається з входів (датчиків, приводів, вимикачів), виходу (дані у цифровому або аналоговому вигляді), процесора, і включає зв'язок між ними. Такі системи знаходилися в межах заводу і не були підключеними до мережі Інтернет. Наразі існує цілий ряд технологій, які роблять втілення концепції Інтернету Речей у життя можливим. [2]

ТАБЛИЦЯ I. ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО Є ПІДГРУНТЯМ ІОТ СИСТЕМ (ВІДПОВІДНО ДО ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРОВЕДЕНИХ КОМПАНІЄЮ DELOITTE

Технологія	Визначення
Сенсор	Пристрій, який генерує електричний сигнал від фізичного стану або події.
Мережа	Механізм для передачі електронного сигналу.
Механічно доповнений інтелект	Аналітичні інструменти, які покращують здатність описувати, передбачати і використовувати відносини між явищами.
Аргументована поведінка	Технології та методи, які дозволяють виконувати дії, базуючись на типовій поведінці людини у даній ситуації.

Технології, зазначені у таблиці стають з часом все більш доступними. Нова версія Інтернет-протоколу (IPv6), що підтримує адреси розміром 128-біт, що відповідає 340 трильйонам адрес ( $3,4 \times 10^{38}$ ), а це  $5 \times 10^{28}$  адрес на кожну людину, дозволяє практично необмежену кількість пристроїв, підключених до мереж. Ціни датчиків суттєво знизилися за останні десятиліття. Завдяки закону Мура розмір та ціна інтегрованих процесорів знизилися, а їх можливості достатньо зросли, щоб задовольнити вимірювання з великою точністю та навіть первинну обробку вимірювань. Ціни модулів підтримки бездротових мереж (Bluetooth, Wi-Fi, 3G) також знижуються в геометричній прогресії. Така доступність технологій дозволяє розробити достатньо потужну IoT мережу з мінімальними витратами.

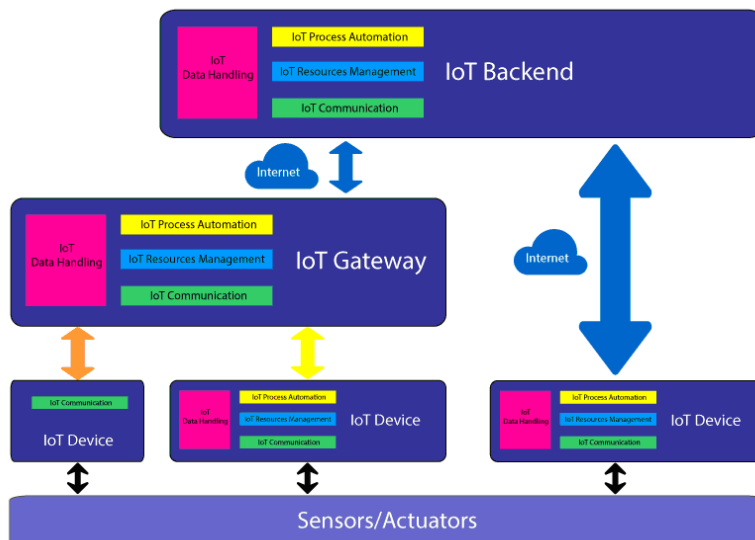


Рис. 1. Схема системи побудованої відповідно до технології Internet of Things

Система, побудована за допомогою технології Internet of things може мати різну архітектуру в залежності від ролей, відведених її компонентам. [3]

На рис. 1 зображено чотири основні компоненти, зв'язки між ними та функції, які вони можуть виконувати у рамках загальної мережі.

### A. Складові системи IoT

Сенсори. В залежності від цілі та призначення мережі сенсори можуть відрізнятися за часом життя, чутливістю, часом відповіді, рівнем енергоспоживання, вартістю, часом життя та призначенням.

Пристрій (device, thing). Електронний пристрій: мікрокомп'ютер, платформа з мікроконтролером, телефон, смартфон, натільний пристрій, який часто безпосередньо поєднується з сенсорами і отримує від них дані.

Пристрій-шлюз (gateway). Використовується в деяких IoT системах для проміжного збору та обробки даних. Прикладом може слугувати система "розумного будинку", в якій усі пристрої (телефони, холодильники, мікрохвильовки тощо) посилають дані в локальній мережі на проміжні пристрої, наприклад смартфони, які, в свою чергу, посилають оброблені дані з певною систематичністю на сервер через мережу Інтернет.

Сервер, хмара, сховище даних (backend). В залежності від призначення та об'ємів IoT мережі дані можуть оброблятися та зберігатися в різних середовищах. Це можуть бути, наприклад, високопотужні сервери з встановленими системами управління нереляційними базами даних у випадку, якщо обсяги даних дійсно є дуже великими та потребують особливих методів зберігання.

#### *В. Різновиди мереж в залежності від завдань, що виконуються складовими мережі*

Пристрій-Сервер. Система, в якій пристрій, що збирає дані, має достатню обчислювальну здатність, щоб виконувати первинну обробку отриманих від сенсорів показань. Після обробки пристрій відправляє дані на сервер або тримає їх у тимчасовій пам'яті до запиту сервера.

Передавач-Шлюз-Сервер. Система, у якій пристрій, що збирає дані з датчиків, не виконує ніяких функцій, крім передачі даних на шлюзовий пристрій, який вже потім виконує попереднє очищення, обробку та впорядкування даних. Приклад такої системи був наведений в описі пристрою-шлюзу.

Пристрій-Шлюз-Сервер. Кожна складова такої системи може виконувати обробку даних на різному рівні та контролювати процес комунікації з іншими складовими.

Гібридна система. Така мережа будується з використанням декількох видів зв'язків між пристроями, але з дотриманням ієрархії, що є для них загальною.

#### *С. Вибір виду мережі для проектування системи моніторингу та керування навколишнього середовища.*

Для розробки системи моніторингу оберемо різновид IoT мережі Пристрій-Сервер. Роль пристрою буде виконувати мікрокомп'ютер Raspberry Pi. Так як даний мікрокомп'ютер має бібліотеки та може бути настроєний таким чином, щоб виконувати процес збору та упорядкування даних для подальшого відправлення на сервер. Система не передбачає створення локальних мереж, а лише передачу даних за допомогою GSM-

мережі, тому введення проміжних пристроїв є недоцільним.

### III. ПЛАНУВАННЯ СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ

Для планування архітектури серверу перш за все потрібно визначити задачі, які він має виконувати.

#### *А. Задачі, які має виконувати сервер.*

Збір даних з усіх пристроїв системи.

Зберігання даних про стан кожного пристрою та його показання.

Представлення даних у вигляді, зрозумілому для користувача.

Побудова на основі отриманих даних висновків про стан навколишнього середовища та генерування рекомендацій стосовно ведення певного виду господарської діяльності на ділянці.

#### *В. Вибір архітектури.*

Коло задач, що виконуються сервером, є досить великим і може бути доповнене іншими задачами в майбутньому. Також для зберігання великих обсягів даних може бути замало однієї бази даних.

Враховуючи вищезазначені вимоги до сервера можна зробити припущення, що монолітна архітектура є недоцільною в даному випадку і треба віддати перевагу мікросервісній архітектурі. Монолітне програмне забезпечення завжди будується як автономна одиниця.

Основною проблемою такої архітектури є те, що всі цикли обробки інформації дуже тісно зв'язані один з одним. Зміни, внесені в одну невелику частину програми, можуть вимагати повторної збірки та встановлення на серверах нової версії ПЗ. За умов масштабування певної частини додатку, доведеться використовувати збільшення кількості процесів цілої програми замість окремих компонент. У таких випадках вирішенням усіх проблем може стати використання мікросервісної архітектури.

Мікросервісна архітектура або, мікросервіси - це один із підходів розробки програмного забезпечення (ПЗ), який набув широкого розповсюдження за останні роки. Мікросервісна архітектура розглядається як набір незалежно розміщених невеликих сервісів, кожен з яких має свій процес і які спілкуються через чітко визначений легкий протокол для обслуговування потреб. [4]

Контейнери є одним із засобів побудови модульної архітектури. Контейнер являє собою самодостатнє середовище виконання програми, що ізольоване від операційної системи. Найпоширенішою реалізацією контейнерів є Docker контейнери. Docker дозволяє автоматизувати їх створення та дає інструменти для управління ними.

Для реалізації архітектури ми також виберемо Docker. Схематично архітектуру можна представити таким чином як на Рис. 2.

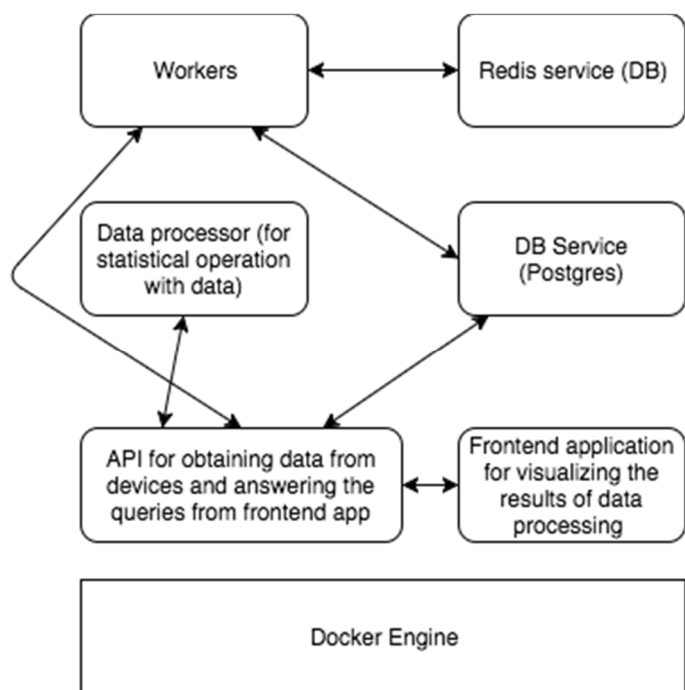


Рис. 2. Схема архітектури серверного додатку, що базується на мікросервісному підході

#### IV. ПЛАНУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ

У якості пристрою ми обрали мікрокомп'ютер Raspberry Pi. Визначимо набір сенсорів, які будуть корисними у визначенні стану ґрунту та повітря.

##### A. Сенсори для Raspberry Pi

1) *DHT2*. Здійснює вимірювання температури та вологості від 0 до 100% із точністю 2%.

2) *BMP180*. Здійснює вимірювання тиску повітря. На Raspberry контролюється I2C модулем.

3) *MQ-138 Gas Sensor*. Здійснює вимірювання рівня різних газових сполук у повітрі. [5]

4) *Moisture Sensor*. Здійснює вимірювання вологості ґрунту.

5) *MCP3008*. Потрібен для перетворення аналогових сигналів у цифрові, так як два останні датчики з вищезазначених подають дані у аналоговому форматі.

Даний набір сенсорів дасть нам змогу побудувати початкову тестову модель пристрою для оцінки релевантності системи.

Зв'язок із сервером може здійснюватись за допомогою будь-якого 3G-модема з підключенням бібліотеки Sakis3g.

#### V. ВИСНОВКИ

У даній роботі було проаналізовано доцільність використання таких технологій як Internet of Things та мікросервіси для побудови системи моніторингу та контролю стану навколишнього середовища.

Також була запропонована модель серверу, спроектована з урахуванням використаних технологій. У роботі був описаний пристрій, який має виконувати збір та початкову обробку даних відповідно до технології Internet of Things. Проведені дослідження дозволяють розробити тестову модель системи і випробувати її у реальних умовах.

#### ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Paul Kurchina, "The 2016 Mandate: Master The Internet Of Things Before Everything Is Connected" [Online]. Available: <http://www.digitalistmag.com/digital-economy/2015/12/03/2016-mandate-master-nternet-of-things-before-everything-connected-03830995>
- [2] Mervat Abu-Elkheir, Mohammad Hayajneh, Najah Abu Ali, "Data Management for the Internet of Things: Design Primitives and Solution" [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3871070/>
- [3] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, Marimuthu Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions", [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1207.0203.pdf>
- [4] Nate Slater, "Using Containers to Build a Microservices Architecture" [Online]. Available: <https://medium.com/aws-activate-startup-blog/using-containers-to-build-a-microservices-architecture-6e1b8bacb7d1-.9gk2xjoyo>
- [5] MQ Gas sensors. [Online]. Available: <http://playground.arduino.cc/Main/MQGasSensors-list>