

УДК 004.94

Баранова О.А.¹, Миронова Н.О.²

¹ студ. гр. БК-613м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Роботизовані системи використовуються в багатьох сферах, таких як промисловість, сільське господарство, медицина, а також у військових і дослідницьких цілях. Віддалений моніторинг цих систем став необхідним для забезпечення ефективного управління, своєчасного виявлення помилок і забезпечення безпеки. Віддалене управління роботами дозволяє знижувати витрати на технічне обслуговування і підвищує ефективність роботи в умовах відсутності фізичного доступу до робота.

Системи віддаленого моніторингу можуть бути класифіковані на хмарні, локальні та гібридні в залежності від місця обробки даних:

– хмарний моніторинг є найбільш популярним підходом, де дані з робота передаються на віддалені сервери (AWS, Google Cloud, Azure), де вони обробляються та зберігаються. Це дає змогу моніторити стан робота в реальному часі через веб-інтерфейси або API. Хмарні технології

забезпечують високий рівень масштабованості та доступу до потужних аналітичних інструментів (наприклад, ML та AI), але мають обмеження, пов'язані з безпекою даних та залежністю від стабільного інтернет-з'єднання;

- локальний моніторинг забезпечує обробку даних безпосередньо на пристрої або на локальному сервері, що дозволяє знизити затримки і збільшити безпеку передачі даних. Однак організація такої системи потребує значних інвестицій в інфраструктуру, а також обмежена масштабованість;

- гібридний підхід комбінує переваги обох попередніх моделей, здійснюючи часткову обробку даних на місці та передаючи важливу інформацію в хмару для подальшого аналізу. Це забезпечує високу швидкість обробки критичних даних і знижує навантаження на мережу та сервери.

Одним з основних підходів до організації віддаленого моніторингу є клієнт-серверна модель, де робота (клієнт) збирає дані з сенсорів і передає їх на сервер для обробки та зберігання. Сервер обробляє ці дані та надає доступ до інформації оператору через веб-інтерфейс або мобільний додаток. Перевагою такої моделі є масштабованість, адже один сервер може обслуговувати багато клієнтів одночасно. Однак, такі системи мають високі вимоги до інтернет-з'єднання і мають затримку при передачі даних.

Іншим підходом є пряме підключення, при якому з'єднання між роботом і оператором здійснюється безпосередньо через VPN або WebRTC. Цей метод дозволяє знизити затримки і забезпечити повний контроль над роботом у реальному часі. Однак, цей підхід має обмежену масштабованість і підходить лише для малих систем, де необхідний високий рівень контролю над роботом.

Збір і передача даних у віддаленому моніторингу здійснюється за допомогою різних протоколів зв'язку. Одним із найбільш використовуваних є MQTT – легковаговий протокол для обміну повідомленнями, який використовується в роботизованих системах для передачі телеметрії та команд управління. MQTT добре підходить для передачі даних при нестабільних з'єднаннях або в мережах з низькою пропускну здатністю, таких як LoRaWAN.

WebSocket забезпечує двосторонній зв'язок у реальному часі між клієнтом і сервером, що дозволяє здійснювати інтерактивне управління роботом або передавати відео-стрім у реальному часі. Протокол HTTP(S) використовується для передачі даних через REST API, хоча він має високі затримки і не підходить для реального часу.

Протоколи зв'язку можуть працювати через різні мережеві технології, такі як Wi-Fi, 4G/5G або LoRaWAN, в залежності від специфікацій робота та умов експлуатації.

Вибір підходу до віддаленого моніторингу залежить від кількох факторів, таких як вимоги до безпеки, затримки, масштабованості та

доступності інтернету. Гібридний підхід, що поєднує локальну обробку даних з передачею в хмару, є найбільш оптимальним для багатьох роботизованих систем, оскільки він дозволяє поєднати переваги обох підходів: швидку реакцію та високу масштабованість. Використання сучасних протоколів зв'язку, таких як MQTT і WebSocket, дозволяє забезпечити ефективну передачу даних, знижуючи затримки та забезпечуючи надійний контроль за роботою роботів в реальному часі.