

УДК 681.518.3

Г. Осухівська, к. т. н. доц.; А. Коритко; А. Паламар, к. т. н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ М'ЯЗОВОЇ АКТИВНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ MQTT-ТЕХНОЛОГІЙ

UDC 681.518.3

H. Osukhivska, PhD. Assoc. Prof.; A. Korytko; A. Palamar, PhD., Assoc. Prof.

HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF MUSCLE ACTIVITY USING MQTT TECHNOLOGIES

Сучасний розвиток медичної техніки та інтелектуальних засобів вимірювання сприяє появі нових підходів до контролю фізіологічних параметрів людини у режимі реального часу. Одним із важливих напрямів є моніторинг м'язової активності, яка відображає стан опорно-рухового апарату та рівень функціональності м'язів під час реабілітації чи тренувального процесу. Завдяки поширенню технологій Інтернету речей (IoT) стало можливим створення мобільних, компактних та віддалено доступних систем, здатних виконувати збір, обробку та передавання біосигналів у хмарні сервіси.

Існує проблема, яка пов'язана з відсутністю доступних низьковартісних систем для тривалого дистанційного контролю електроміографічних (ЕМГ) сигналів, що при цьому забезпечують високу швидкість та зручність для користувача. Існуючі медичні комплекси нерідко мають високу вартість, складні процедури калібрування та обмежені можливості інтеграції із зовнішніми цифровими сервісами. Актуальність роботи полягає у необхідності створення компактного апаратно-програмного комплексу, який забезпечує зчитування та передачу м'язової активності у реальному часі через MQTT – один із найбільш ефективних IoT-протоколів. Метою дослідження є розроблення IoT-системи для дистанційного моніторингу м'язової активності людини з використанням доступних сенсорів та сучасних засобів бездротового зв'язку.

Основою запропонованої системи є апаратний модуль AD8232, який виконує підсилення та фільтрацію електроміографічного сигналу, забезпечуючи його попередню апаратну обробку. Сигнал надходить до мікроконтролера ESP32 TTGO, що поєднує високопродуктивний процесор, вбудований АЦП та модулі Wi-Fi/Bluetooth. На локальному рівні мікроконтролер здійснює зчитування сигналу, цифрову фільтрацію, нормалізацію, обчислення характеристик, таких як RMS, та формування структурованого пакета даних. Передавання результатів відбувається через MQTT-протокол, який забезпечує низьку затримку та мінімальне споживання трафіку, що є критичним для мобільних IoT-пристроїв.

MQTT-брокером може виступати як локальний сервер, так і комерційна платформа, зокрема Ubidots, що надає можливість візуалізації даних, побудови графіків і створення користувацьких панелей. Використання IoT-архітектури забезпечує розділення системи на сенсорний рівень, рівень передачі та рівень аналізу (хмарна платформа), що робить систему масштабованою та адаптивною до різних сценаріїв використання – від медичної реабілітації до спортивної медицини чи дистанційного навчання руховим навичкам.

Основними перевагами розробленої системи є її мобільність, низька собівартість, можливість роботи у реальному часі та підтримка хмарного аналізу даних. Вона легко інтегрується у різні реабілітаційні програми, дозволяє спостерігати за прогресом пацієнта дистанційно та мінімізує потребу у стаціонарному обладнанні.