

РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ПОРАНЕНИХ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ

Микола Шевцов

Львівський національний університет імені Івана Франка, mykola.shevtsov@lnu.edu.ua

В даній доповіді запропоновано схему розробки і принцип роботи прототипу системи виявлення поранених на основі моніторингу біомедичних даних.

Основним елементом системи є датчик MAXREFDES106, який використовується для безперервного моніторингу стану людини шляхом вимірювання насичення крові киснем, частоти серцевих скорочень та рівня активності людини. Принцип дії системи полягає у безперервному зборі біомедичних даних користувача, їх попередній обробці вбудованими алгоритмами та подальшій бездротовій передачі результатів на мікроконтролер ESP32 через інтерфейс Bluetooth Low Energy (BLE). Оброблені контролером дані передаються через LoRa-модуль у відповідні служби екстреного реагування.

Принцип роботи датчика збору біомедичних даних базується на оптичному методі фотоплетизмографії [1], який дозволяє вимірювати параметри кровотоку в підшкірних судинах. У модулі використовується система червоного та інфрачервоного підсвічування, а також два високочутливі фотодіоди, які приймають відбитий сигнал. Обробка цих сигналів дає змогу оцінити частоту пульсу та рівень кисню в крові.

Окрім біометричних показників, система також відстежує фізичну активність людини за допомогою акселерометра у вигляді інформації про рухи, нахили та можливі падіння.

Модуль передбачає наявність обчислюваного блоку. Вбудований мікроконтролер MAX32674C AlgoHub обробляє дані оптичного сигналу та дані акселерометра і у разі виявлення критичних змін у показниках, система одразу формує повідомлення, що містить інформацію про ідентифікатор пристрою, час події та географічні координати пораненого. Ідентифікатор (ID) може представляти собою закодоване ім'я, що дозволяє унікально ідентифікувати кожен сенсорний модуль на солдату. Час поранення фіксується за допомогою GPS модуля. Координати, в свою чергу, також отримуються з GPS-модуля, який підключений до ESP32. Ця інформація

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2025», 27–29 травня 2025 р., Львів

дозволяє точно визначити місцезнаходження пораненого бійця в момент виникнення критичної ситуації.

Процес роботи системи розпочинається із встановлення пристрою на зап'ястя користувача і налаштування пристрою для вибору оптимального положення сенсора для точного зчитування біомедичних параметрів людини. Далі перевіряється рівень заряду вбудованої літій-полімерної батареї за допомогою RGB-індикатора, який сигналізує про поточний режим роботи пристрою. Після встановлення з'єднання, ESP32 отримує від сенсорного пристрою сповіщення у вигляді байтових пакетів, які містять результат дії вбудованих алгоритмів. BLE-клієнт, що ініціалізує з'єднання з датчиком MAXREFDES106#, підписується на потрібні характеристики, та активує потрібні сенсори шляхом надсилання команд через відповідну характеристику. Основний аналіз отриманих даних виконується у прописаному коді, який реагує на кожен новий пакет, що надходить від пристрою. Кожне сповіщення розбивається на 20-байтові блоки, серед яких обробляються ті, що відповідають за дані насичення організму киснем, частоти серцевих скорочень і рівня активності пульсу. Таким чином, користувач отримує високоточні готові результати, які можна передавати через LoRa.

Система дозволяє визначити критичний стан людини на основі наступних показників, наприклад, зниження рівня кисню нижче 90% або виході пульсу за межі норми (60–100 уд/хв), що може бути підставою для активації тривоги. Аналіз біомедичних даних проводиться за допомогою високорівневої обробки сигналів, і приймає вже готові, оброблені дані і здійснює їх інтерпретацію у реальному часі. Це дозволяє значно спростити архітектуру системи, скоротити енергоспоживання ESP32 та забезпечити ефективну роботу в умовах обмежених ресурсів польових пристроїв.

І. В.С Мосійчук О.Б Шарпан. Застосування Цифрового оптоелектронного сенсора для вимірювання пульсу в системі кровообігу людини. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2009. С. 111–115.

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF DETECTION SYSTEM OF WOUNDED PERSON BASED ON BIOMEDICAL DATA MONITORING

A prototype of a wounded detection system based on biomedical data monitoring has been developed. Using an optical sensor, the parameters of blood oxygen saturation, heart rate, and human activity level are continuously measured. The principle of the system is to continuously collect the user's biomedical data, pre-process them with built-in algorithms, and then wirelessly transmit the results to the ESP32 microcontroller via the Bluetooth Low Energy (BLE) interface. The data processed by the controller is transmitted via the LoRa module to the appropriate emergency medical services.

<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2025>