

УДК 612.087.1

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

А.Н. ОСИПОВ¹, А.П. КЛЮЕВ¹, О.С. РОЛИЧ¹, А.С. МИГАЛЕВИЧ¹,
В.Д. ВЛАДЫМЦЕВ¹, И.О. ХАЗАНОВСКИЙ¹, А.В. ПАЦЕЕВ², С.В. ПАЦЕЕВ³

¹ *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)*

² *ГУ Республиканский центр медицинской реабилитации и бальнеолечения
(г. Минск, Республика Беларусь)*

³ *Учреждения здравоохранения "1-я городская клиническая больница"
(г. Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. В данной статье предложен прототип трехуровневой системы удалённого мониторинга жизненных параметров пациента с целью идентификации в реальном масштабе времени предкризовых и критических состояний. Мониторинг состояния здоровья реализован на основе анализа данных кардиограммы, пульсоксиметрии, температуры и падения человека. Приведена архитектура системы и описаны функции программного обеспечения.

Ключевые слова: мониторинг, состояние здоровья человека, биомедицинские сигналы, алгоритм контроля функционального состояния.

ARCHITECTURE OF THE SYSTEM OF REMOTE MONITORING OF HUMAN CONDITION BASED ON THE INTERNET OF THINGS TECHNOLOG

A.N OSIPOV¹, A.P. KLUEV¹, O.S. ROLICH¹, A.S. MIGALEVICH¹,
V.D. ULADYMTSAU¹, I.O. KHAZANOVSKY¹, A.V. PATSEYEV², S.V. PATSEYEU³

*1Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
(Minsk, Republic of Belarus)*

*2State Institution "Republican Center for Medical Rehabilitation and Balne Treatment"
(Minsk, Republic of Belarus)*

*3Healthcare Institution "1st City Clinical Hospital"
(Minsk, Republic of Belarus)*

Abstract. . In this article, a prototype of a three-level system for remote monitoring of the patient's vital parameters is proposed in order to identify pre-crisis and critical conditions in real time. Health monitoring is implemented based on the analysis of cardiogram data, pulse oximetry, temperature and human fall. The architecture of the system is given and the functions of the software are described.

Keywords: monitoring, human health status, biomedical signals, functional state control algorithm.

Введение

Использование систем дистанционного мониторинга пациентов (СДМП) считается одной из самых перспективных услуг в мобильном здравоохранении. Беспроводная нателная сеть (wireless body area network-WBAN) на основе технологии интернет вещей (IoT), представляет собой сеть беспроводных датчиков между беспроводными устройствами, которые осуществляют удаленный мониторинг параметров жизнедеятельности пользователей. Стратегической задачей мониторинга жизненно важных (витальных) параметров является идентификация предкризовых состояний и критических состояний (гипертонический криз, инфаркт миокарда, инсульт, сахарная кома, внезапная сердечная смерть и т.д.) и выработка тревожной сигнализации как для пациента, так и для медицинского персонала с целью принятия неотложных мер. Сотрудниками БГУИР совместно с сотрудниками медицинских

организаций ведутся работы по созданию подобной системы. В данной статье рассматривается базовая архитектура СДМП в среде IoT, которая может отслеживать базовое состояние здоровья пациента.

Архитектура СДМП

Разрабатываемая СДМП имеет трехуровневую архитектуру (рис.1).

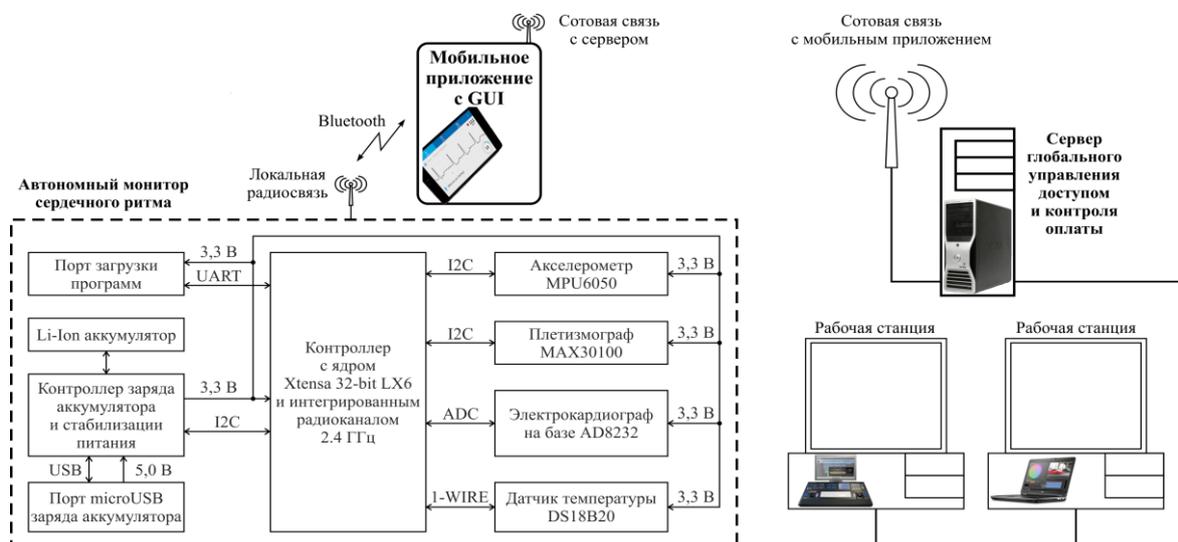


Рис. 1. Архитектура СДМП

Первый уровень включает в себя биосенсоры и носимый мобильный блок, состоящий из датчиков биомедицинских сигналов, первичных преобразователей сигналов от датчиков, управляющего контроллера и модуля беспроводной передачи данных. Эти устройства образуют сенсорную сеть сбора и первичной обработки биомедицинских сигналов (БМС) [1]. Система содержит модули кардиографа AD8232, оксиметра MAX30100, датчик температуры DS18B20 и датчик падения человека, реализованный на базе акселерометра MPU6050. Обнаружение падения осуществляется посредством распознавания последовательно возникающих фаз падения и удара. Для регистрации, обработки и передачи данных использован ESP32 с радиоканалом.

Второй уровень состоит из шлюзовых устройств, таких как смартфоны и ноутбуки, а также программного обеспечения с интерфейсом пользователя. Функция шлюза заключается в обеспечении связи сенсорной сети и глобальной сети (третьего уровня), а также во временном хранении получаемых данных, выявлении критических состояний и предоставлении необходимой информации пользователю [2].

Третий уровень представляет собой сеть, которая включает медицинский сервер хранения и обработки данных, соединенный с различными пользователями (больница, скорая помощь, врачи, близкие родственники, аптеки и т.д.). Центр обеспечивает хранение, углубленную обработку медицинской информации и предоставление ее пользователям для принятия соответствующих решений.

Для обнаружения аномального поведения используется два подхода. Первый основан на сравнении текущих параметров с пороговыми (реализован на первом и втором уровне системы), а второй — на машинном обучении прогностических моделей для выявления аномального поведения на основе прошлых исторических данных (третий уровень системы).

Разработано программное обеспечение СДМП, реализующее различные режимы работы и взаимодействие элементов. Хранение данных осуществляется в базе PostgreSQL. Для работы с базой данных спроектировано приложение на Node.JS, которое позволяет получать данные из мобильных устройств и отображать их пользователям (врачу, пациенту). Интерфейс

прикладного программирования скрыт от стороннего доступа и спроектирован так, чтобы можно было непрерывно получать большие пакеты данных из нескольких источников. Клиентское приложение для отображения данных пользователям разработано с использованием передовой технологий web разработки – React.JS., что предоставляет большие возможности для просмотра графиков данных в двух форматах: статичный график с момента начала замеров, до настоящего времени и динамический график для просмотра состояния в настоящий момент времени. Разработано соответствующее мобильное приложение для смартфона, позволяющее подключаться по технологии Bluetooth к носимому блоку и получать различные пакеты данных в формате JSON размером до 200кб.

Следует отметить, что разработанные архитектура и программное обеспечение система дистанционного мониторинга физиологического состояния человека обеспечивают возможность развития системы (увеличение количества датчиков, пользователей системы, реализации дополнительных методик диагностирования и т.д.) для диагностики различных заболеваний.

Заключение

Таким образом, в данной статье предложен прототип трехуровневой системы удалённого мониторинга жизненных параметров пациента с целью идентификация предкризовых и критических состояний в реальном масштабе времени. Мониторинг состояния здоровья реализован на основе анализа данных кардиограммы, пульсоксиметрии, температуры и падения человека. Приведена архитектура системы и описаны функции программного обеспечения, которые обеспечивают возможность развития системы для диагностики различных заболеваний.

Список литературы

1. Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. - М.: Радио и связь, 2013. – 250 с. – ISBN 978-5-89776
2. Nora Mahmoud, Shaker El-Sappagh, Samir M. Abdelrazek A Real-time Framework for Patient Monitoring Systems based on a Wireless Body Area Network, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 176 – No. 27, June 2020.
3. Energy-Efficient IoT-Health Monitoring System using Approximate Computing, Avrajit Ghosha, *, Arnab Raha b, 1 , Amitava Mukherjee, Internet of Things, journal homepage: www.elsevier.com/locate/iot.