

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Карпинчик Г.А.

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

Научный руководитель: Дик С.К. – к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой ИКТ

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного обеспечения для автоматизированного анализа электрокардиограмм с целью выявления нарушений сердечного ритма. В работе анализируются методы предварительной цифровой обработки ЭКГ-сигнала, алгоритмы обнаружения R-пигов и подходы к классификации аритмий. Предложена модульная архитектура системы, включающая блок фильтрации сигнала, модуль выделения диагностических признаков, алгоритм распознавания нарушений ритма и мобильный интерфейс отображения результатов.

Ключевые слова: электрокардиограмма, аритмия, цифровая обработка сигнала, программное обеспечение, Python, React Native Expo

Введение. Современные цифровые методы регистрации электрокардиограммы позволяют получать большие объемы данных о сердечной деятельности пациента. При этом ручной анализ ЭКГ требует значительных временных затрат и зависит от квалификации специалиста. Автоматизация обработки электрокардиографических записей позволяет ускорить поиск патологических изменений, повысить объективность анализа и использовать программные средства для первичного скрининга нарушений сердечного ритма.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для автоматизированного анализа электрокардиограмм, обеспечивающего фильтрацию сигнала, выделение диагностически значимых признаков и формирование заключения о наличии признаков аритмии.

Основная часть. Анализ методов цифровой обработки ЭКГ. Обработка электрокардиографического сигнала включает подавление дрейфа изолинии, фильтрацию сетевых и высокочастотных помех, обнаружение комплекса QRS и вычисление временных параметров сердечного ритма. В качестве базового метода детектирования характерных точек широко используется алгоритм Pan-Tompkins, позволяющий надежно выделять R-пики и рассчитывать интервалы RR. Для повышения качества распознавания аритмий дополнительно применяются методы извлечения морфологических и статистических признаков, а также алгоритмы машинного обучения и нейросетевые модели.

Используемые данные и алгоритмы классификации. Для обучения и тестирования систем автоматизированного анализа широко применяются открытые базы электрокардиограмм, в том числе MIT-BIH Arrhythmia Database и PTB-XL. На основе выделенных признаков могут определяться синусовая тахикардия, синусовая брадикардия, нерегулярный ритм и отдельные эпизоды экстрасистолии. В разрабатываемом программном обеспечении используется модульный подход, при котором этап предварительной фильтрации отделен от этапа классификации, что упрощает отладку и последующее расширение функциональных возможностей системы.



Рисунок 1 – Пример одноцикловой электрокардиограммы с основными элементами PQRST

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ЭКГ



Рисунок 2 – Структурная схема алгоритма автоматизированного анализа ЭКГ



Рисунок 3 – Пример интерфейса мобильного приложения для отображения ЭКГ и результатов анализа

Архитектура и реализация приложения. Программное обеспечение разработано на языке Python, а пользовательский интерфейс мобильного приложения реализован средствами React Native Expo.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНАЛИЗА ЭКГ



Рисунок 4 – Архитектура разработанного программного обеспечения анализа электрокардиограмм

Архитектура системы построена по модульному принципу и включает прием ЭКГ-данных, предварительную фильтрацию, выделение признаков, классификацию нарушений сердечного ритма и визуализацию результатов. Такой подход упрощает сопровождение программного обеспечения и позволяет расширять его функциональные возможности.

Заключение. В результате выполнения работы предложена структура программного обеспечения для автоматизированного анализа электрокардиограмм. Разработанная концепция объединяет методы цифровой обработки сигнала, алгоритмы выделения признаков и средства отображения результатов пользователю.

Список литературы

1. Pan J. A real-time QRS detection algorithm / J. Pan, W.J. Tompkins // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 1985. – Vol. 32, No. 3. – P. 230–236.
2. Wagner P. PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset / P. Wagner, N. Strodthoff, R.-D. Boussejot [et al.] // Scientific Data. – 2020. – Vol. 7. – Art. 154.
3. Jha C.K. Automated cardiac arrhythmia detection techniques / C.K. Jha // Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. – 2025. – Vol. 28, No. 10. – P. 1639–1654.

UDC 004.4:616.12-073.97

SOFTWARE FOR AUTOMATED ANALYSIS OF ELECTROCARDIOGRAMS FOR DETECTING CARDIAC ARRHYTHMIAS

Karpinchik G.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dik S.K. – Cand. of Sci.(Phys. and Math.), associate professor, Head of the Department of engineering and computer graphics

Annotation. The article discusses software for automated electrocardiogram analysis aimed at detecting cardiac rhythm disorders. Methods of ECG preprocessing, R-peak detection, feature extraction and arrhythmia classification are considered.

Keywords: electrocardiogram, arrhythmia, signal processing, software, Python