Талеб Емад Махмуд Ахмед Нейросетевая система экспресс - оценки наличия ишемической болезни сердца по одноканальной ЭКГ

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Талеб Емад Махмуд Ахмед

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

1.1 Физиологические особенности и классификация ишемической болезни сердца

1.2 Методы диагностики ишемической болезни сердца

1.3 Сравнительный анализ инструментальных методов диагностики ИБС

1.4 Электрокардиография как метод диагностики ИБС

1.4.1 Электрокардиографические отведения

1.4.2 Особенности электрокардиографического сигнала при ИБС

1.5 Анализ существующих методов и алгоритмов обработки и анализа ЭКГ-сигнала в задачах выявления и классификации ИБС

1.6 Выводы по главе

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПРЕС-ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ ИБС ПО ОДНОКАНАЛЬНОЙ ЭКГ

2.1 Методы предварительной обработки ЭКС и извлечения информативных

признаков

2.1.1 Частотные методы

2.1.2 Частотно-временной анализ

2.1.3 Сингулярный анализ

2.2 Методы классификации ЭКГ сигнала

2.2.1 Математическая постановка задачи классификации

2.2.2 Дискриминантный анализ

2.2.3 Метод опорных векторов

2.2.4 Искусственные нейронные сети

2.3 Обоснование выбора архитектуры ИНС и параметров ее обучения

2.4 Выводы по главе

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЭКГ - СИГНАЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИБС

3.1 Описание экспериментального архива данных

3.2 Исследование информативности данных ЭКГ-сигнала и производных от него сигналов

3.2.1 Алгоритм создания базы данных пространственных признаков и исследования их информативности

3.2.2 Исследование информативности ЭКГ во временной и частотной областях

3.2.3 Исследование информативности ритмограммы (РГ) во временной и частотной областях

3.2.4 Исследование информативности УКЦ во временной и частотной областях

3.3 Алгоритм сегментации ЭКГ-сигнала и формирования усредненных кардиоциклов

3.4 Исследование методов обработки и анализа УКЦ-сигнала для извлечения диагностических признаков ИБС

3.5 Нейросетевой алгоритм оценки эффективности методов классификации ИБС на основе одноканальной - ЭКГ

ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС - ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА ПО

ОДНОКАНАЛЬНОЙ ЭКГ

4.1 Результаты исследования методов предварительной обработки для извлечения диагностических признаков ИБС

4.1.1 Результаты исследования ИНС с использованием базы данных усреднённых кардиоциклов

4.1.2 Резултаты исследования ИНС с использованием базы данных спектральных оценок УКЦ

4.1.3 Результаты исследования ИНС с использованием базы данных вейвлет преобразования УКЦ

4.1.4 Результаты исследования ИНС с использованием базы данных, полученной в результате сингулярного разложения УКЦ

4.1.5 Сравнительный анализ результатов

4.2 Разработка структуры системы экспресс - оценки наличия ишемической болезни сердца по одноканальной ЭКГ

4.3 Разработка программного обеспечения оценки наличия ИБС

4.4 Перспективы разработанной системы и возможные области применения

4.5 Выводы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение А

Приложение Б

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Целью диссертационной работы являются разработка и исследование системы экспресс - оценки наличия ИБС на основе анализа одноканальной ЭКГ человека (доклиническая диагностика ИБС). Для достижения поставленной цели было осуществлено следующее:

1. Для создания системы экспресс - оценки наличия ИБС была выбрана одноканальная электрокардиография и проведены экспериментальные исследования на апробированных множествах ЭКГ-сигналов из базы данных CardioQVARK, зарегистрированных с помощью мобильного кардиомонитора (CardioQVARK) и аннотированных врачами- специалистами с подтверждением диагноза стандартными методами в клинических условиях.
2. В целях обеспечения высокой достоверности выявления эпизодов ИБС

и обоснования выбора исходных данных проведены экспериментальные исследования информативности одноканальных записей ЭКГ и их производных: ритмограмм и усредненных

кардиоциклов. По результатам исследований БД было установлено, что УКЦ сигнал имеет лучшую разделяющую способность по типу «Норм» и «ИБС». Исходя из этого, был разработан алгоритм сегментации ЭКГ-сигнала и формирования усредненных кардиоциклов (УКЦ).

1. Для обнаружения ИБС и классификации ЭКГ сигнала на предмет наличия ИБС, проведены исследования методов предварительной обработки ЭКГ для извлечения диагностических признаков ИБС, а именно, быстрое преобразование Фурье, непрерывное вейвлет­преобразование и сингулярное разложение. Результаты показали превосходство применения сингулярного разложения по сравнению с остальными методами обработки ЭКГ-сигнала.
2. Разработан нейросетевой алгоритм оценки информативности пространственных признаков, формируемых в результате обработки ЭКГ-сигнала методам БПФ, НВП и SVD. Разработанный алгоритм позволяет проводить оценку уровня информативности используемых методов обработки ЭКГ-сигнала, что способствует объективному сравнению различных методов обработки, анализа и классификации ЭКГ-сигнала при решении задачи раннего выявления ИБС.
3. Несмотря на преимущество результатов сингулярного разложения, в силу сложности формирования траекторной матрицы УКЦ и вычисления главных компонент, нецелесообразно его использовать в мобильных устройствах из-за ограниченных вычислительных и временных ресурсов. Подобный алгоритм может быть применен при разработке программных средств на ЭВМ. Для мобильных приложений целесообразно использовать временные отсчеты УКЦ для экономии временных и вычислительных ресурсов мобильного устройства.
4. Полученные в диссертации результаты позволили разработать структуру нейросетевой системы экспресс-оценки наличия ишемической болезни сердца по одноканальной ЭКГ и программное обеспечение для реализации ее работы.
5. Проведенные экспериментальные исследования разработанной нейросетевой системы экспресс - оценки наличия ИБС по одноканальной ЭКГ показали следующие результаты: чувствительность (77.33%), специфичность (78%) и точность (78%).
6. Определены возможные области применения разработанной системы экспресс - оценки наличия ИБС по одноканальной ЭКГ, ее перспективность и пути совершенствования, а именно, адаптация к работе в режиме реального времени.