

УДК 004.932

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e600b639b3.83637872

Э.С. Константинов

(г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Рассматривается вариант решения системы для анализа электрокардиограмм посредством использования искусственных нейронных сетей для выявления сердечных нарушений.

A solution is being considered for a system for analyzing electrocardiograms by using artificial neural networks to detect cardiac abnormalities.

Ключевые слова: электрокардиограмма, искусственные нейронные сети, вейвлет-преобразование.

Keywords: electrocardiogram, artificial neural networks, wavelet transform.

В настоящий момент во всем мире и в России наблюдается возникновение задачи распознавания образов, характерных к различным областям применения. Так, например, являются информационные системы, которые помогают формировать диагнозы заболевания пациентов.

Цель данной работы – это разработка анализа выявления отклонений от нормы на электрокардиограмме путем использования искусственных нейронных сетей (ИНС) и вейвлет-преобразования (ВП) [1, 2].

Сердечно-сосудистые патологии являются одними из часто встречающихся заболеваний в области медицины. Есть большое количество исследований состояния сердца. Но многие методы диагностики не всегда предоставляют точные сердечные отклонения.

Сети, использующие различные архитектуры и алгоритмы обучения, используются как в академических исследованиях, так и в промышленных.

Искусственные нейронные сети – это система обработки информации математических и алгоритмических методов для классификации распознавания характера, а также обнаружения таких свойств объектов, которые трудны для их выявления человеком или механическими средствами.

Нейронная сеть состоит из простых процессоров, называемых «нейронами», или «узлами», которые имеют сходство с реальными биологическими нейронами. Каждый из нейронов, связанный с другими нейронами в сети однонаправленными соединениями, различен силами или весами. Современные ИНС можно использовать как средство ранней узнаваемости во времени для процессов, зависящих от многих переменных.

На базе полученных в медицинских центрах внутрисердечных

кардиограмм выделяются отличия от анализа электрокардиограмм, полученных медицинском персоналом и посредством нейронных сетей, а также характерные отклонения. По этим отклонениям создается таблица признаков, а затем корреляционная матрица, которая позволяет выбрать наиболее важные признаки нарушений для их последующего использования в качестве входных сигналов для обучения нейронной сети.

Использование аппарата вейвлет-анализа позволяет получать подробную информацию, находящуюся как во временной, так и в частотных областях. ИНС с их высокой способностью извлекать требуемые значения из сложных или неточных предварительных данных, часто используются в качестве классификатора для распознавания образов. Первоначальные данные, которые используются при проверке системы, представляют собой цифровые сигналы внутрисердечных ЭКГ. ВП позволяют проводить анализ в нескольких временных масштабах локальных свойств нестационарного сигнала [3].

Так как ЭКГ представляет собой функцию одного аргумента, то, задав масштабирующую и вейвлет-функции, можно выполнить алгоритм быстрого вейвлет-преобразования (БВП). Для реализации вычислений БВП используется взаимосвязь между коэффициентами (аппроксимации и детализации) соседних масштабов. В ходе использования БВП к внутрисердечным ЭКГ происходило отделение коэффициентов аппроксимации и коэффициентов детализации.

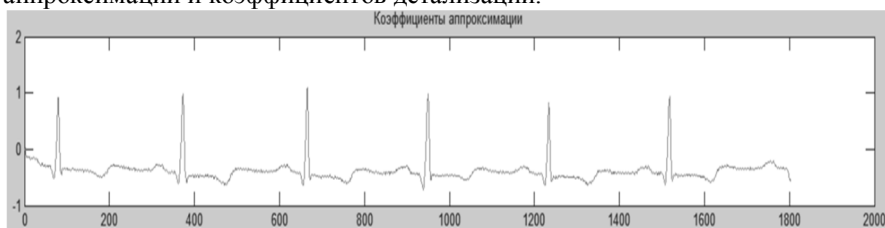


Рис.1. Сигнал, показанный в виде коэффициентов аппроксимации

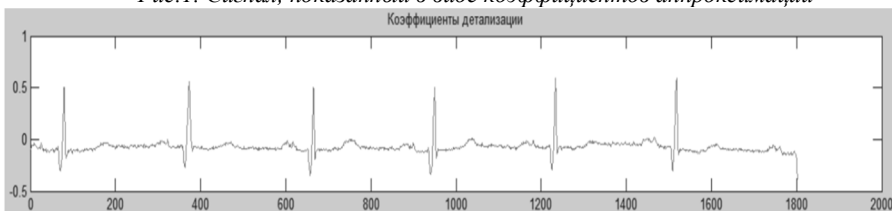


Рис.2. Сигнал, показанный в виде коэффициентов детализации

Функционирование нейронной сети происходит в два этапа: обучения и тестирования. Для обучения ИНС выбирается алгоритм Левенберга–Марквардта. Этот алгоритм подразумевает в себе свойства градиентного спуска и метода Гаусса–Ньютона и использует матрицу Якоби. Выходной сигнал каждого отдельного нейрона выходного слоя определяется формулой:

$$y_k = f \left(\sum_{i=0}^K w_{ki} f \left(\sum_{j=0}^N w_{ij} x_j \right) \right).$$

В качестве выполняющей функции каждого отдельного нейрона выбирается непрерывная сигмоидальная биполярная функция, где не простое пороговое значение типа, которая вводит два важных свойства. Во-первых, сигмоид нелинейный позволяет сети выполнять комплексные отображения ввода в выходной вектор пространств, а во-вторых, функция непрерывна и дифференцируема, что позволяет использовать градиент ошибки при обновлении весов. Для разработки обучающего правила необходима дифференцируемость вдоль всех связей НС:

$$f(x) = th(x).$$

Целевая функция минимизирования ошибки алгоритма обучения имеет вид:

$$E(W) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M [e_i(W)]^2,$$

$$e_i(W) = [y_i(W) - d_i],$$

где y – вектор в действительности выходных сигналов; d – вектор ожидаемых.

Таким образом, предложен подход, который позволяет решить задачу автоматического распознавания сердечно-сосудистых нарушений. Это увеличивает эффективность принятия решения для постановки диагноза в различных стадиях и формах представления ЭКГ. Аналогично, ИНС и ВП могут использоваться и для других задач, например, автоматический анализ качества электроэнергии в сети или информативных электромагнитных излучений от электронных средств [4, 5].

Список литературы

1. Шлеймович, М.П. Вычисление признаков изображений на основе вейвлет-преобразования/ М.П. Шлеймович, С.А. Ляшева, А.П. Кирпичников // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 18. – С. 223-228.
2. Шлеймович, М.П. Выделение границ на изображениях на основе модели энергетических признаков вейвлет-преобразования/ М.П. Шлеймович, А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, М.В. Медведев// Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – № 21. – С. 103-107.
3. Григорьев, Д.С. Применение нейронной сети и дискретного вейвлет-преобразования для анализа и классификации электрокардиограмм/ Д.С. Григорьев, В.Г. Спицын // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 5 – С. 57-61.
4. Гизатуллин, З.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц / З.М. Гизатуллин, Р.М. Гизатуллин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.
5. Гизатуллин, З.М. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств/ З.М. Гизатуллин, М.Г. Нуриев, М.С. Шкиндеров, Ф.Р. Назметдинов // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №9. – С. 7.

Материал поступил в редколлегию 12.10.18