

СЕКЦИЯ 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

УДК 004.8

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ЭКГ

Ю.И. Давидюк, студент БГТУ

Ю.В. Савицкий, доцент кафедры ИИТ

Брестский государственный технический университет, Беларусь

shivedama@mail.ru

Целью работы является рассмотрение особенностей применения нейронных сетей в автоматизированном определении патологических изменений электрической активности сердца по ЭКГ. Сравнительный анализ результатов анализа ЭКГ и ЭЭГ сигналов.

The main purpose of this research is to examine the possibility of neural networks in the automated detection of pathological changes in the electrical activity of the heart by ECG. Comparative analysis of the results of the analysis of ECG and EEG signals.

На сегодняшний день существует много примеров использования нейросетевых технологий для медицинских прогнозов. Следует отметить, что нейросетевое направление является в настоящее время наиболее приоритетным в области работ, проводимых по искусственному интеллекту. Искусственные нейронные сети (НС) олицетворяют собой новую технологию обработки информации, связанную с переходом на принципиально новый нейросетевой бизнес. Высокая актуальность данного направления объясняется всё возрастающей потребностью в наличии эффективных средств для решения сложных нетривиальных задач в плохо формализуемых областях обработки информации.

Электрокардиограмма (ЭКГ) - это графическое представление разности потенциалов, возникающей во время работы сердца на поверхности тела, регистрируемой аппаратом под названием электрокардиограф в процессе электрокардиографии (рис. 1).

Измерение электрических импульсов сердца по ЭКГ является основным методом для выявления нарушений сердечной деятельности. Получение более глубокого представления о динамике поведения сердцебиения будет иметь

значимое применение в кардиологии, особенно если аномальное сердцебиение может быть охарактеризовано как хаотическое или детерминированное.

Обычно на электрокардиограмме можно выделить пять зубцов: P, Q, R, S, T (рис. 2). В редких случаях удастся увидеть малозаметную волну U. Формирование соответствующих зубцов обусловлено распространением возбуждения в сердце и отражает этот процесс. Интервалы времени между последовательными зубцами P или R характеризуют длительность одного сердечного цикла [1].

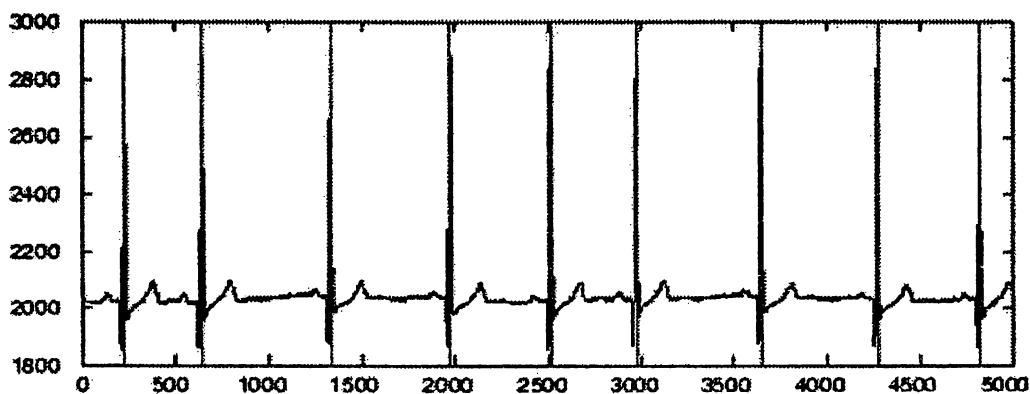


Рисунок 1

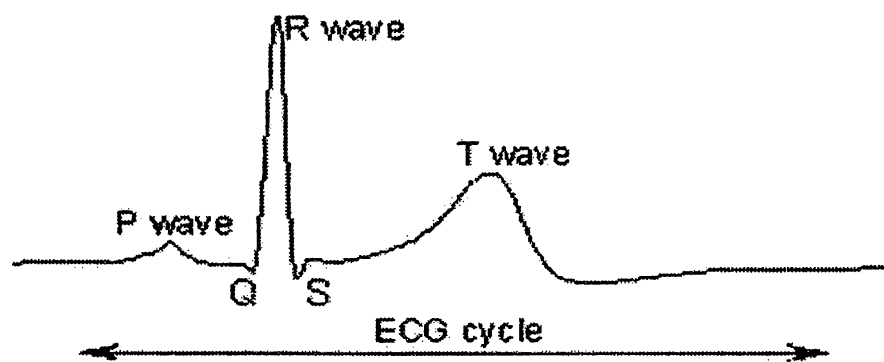


Рисунок 2

Как можно заметить сигнал ЭКГ имеет некоторую периодичность, если же каждый цикл сердцебиения последовательно наложить друг на друга, то можно удостовериться в том, что сигнал ЭКГ имеет псевдопериодичный характер (рис 3) [2].

Использование данных ЭКГ в качестве временных рядов, дает возможность применить в анализе сигнала сердечной активности метод теории хаоса. Ранние исследования показали то, что аномальное поведение сигнала имеет детерминированный (хаотический) характер, например, ЭКГ отображающее активность сердца при желудочковой тахикардии.

Ещё одним из важных показателей состояния здоровья человека является ЭЭГ головного мозга. Характер ЭЭГ определяется функциональным состоянием нервной ткани, а также протекающими в ней обменными

процессами. Нарушение кровоснабжения приводит к подавлению биоэлектрической активности коры больших полушарий. Важной особенностью ЭЭГ является ее спонтанный характер и автономность. В электроэнцефалографии различают четыре основных диапазона: альфа- (рис. 4(в)), бета- (рис. 4(г)), гамма- (рис. 4(б)) и тета-волны (рис. 4(а)) [3].

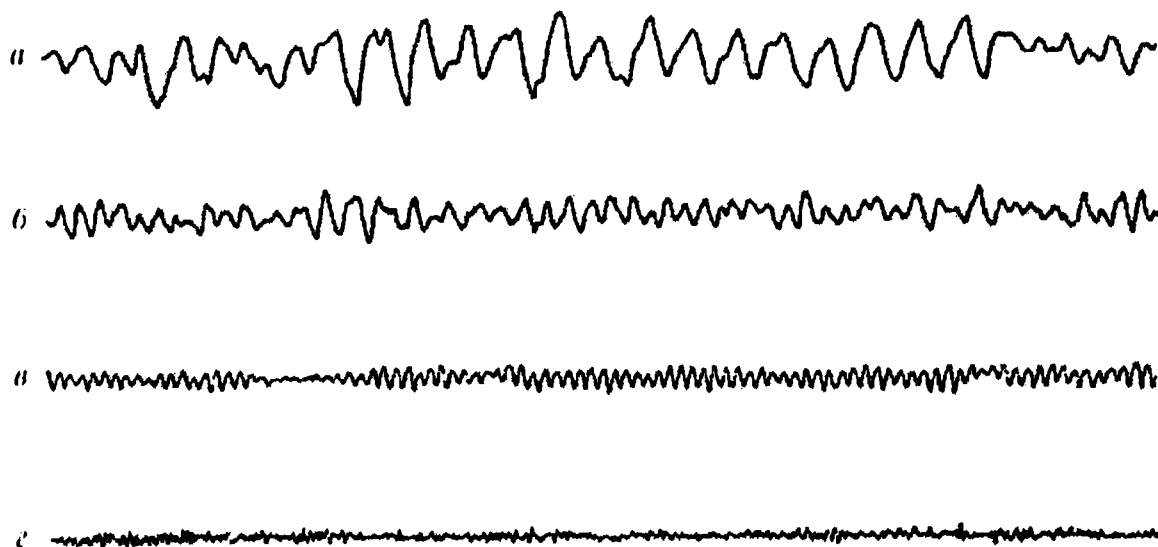
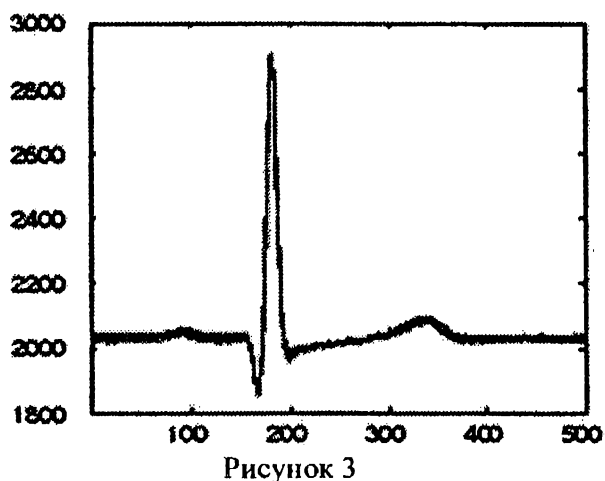


Рисунок 4

Одним из нейросетевых методов обнаружения аномалий в биомедицинских сигналах основан на теории хаоса. Хаос в динамике означает чувствительность динамической эволюции к изменениям начальных условий.

Старший показатель Ляпунова характеризует степень экспоненциального расхождения близких траекторий. Наличие у системы положительной экспоненты Ляпунова свидетельствует о том, что любые две близкие траектории быстро расходятся с течением времени, то есть имеет место чувствительность к значениям начальных условий.

Были проведены исследования по ЭКГ здорового человека (см. рис. 5) и ЭКГ человека с сердечной недостаточностью (см. рис.6).

Результаты анализа приводятся в табл. 1.

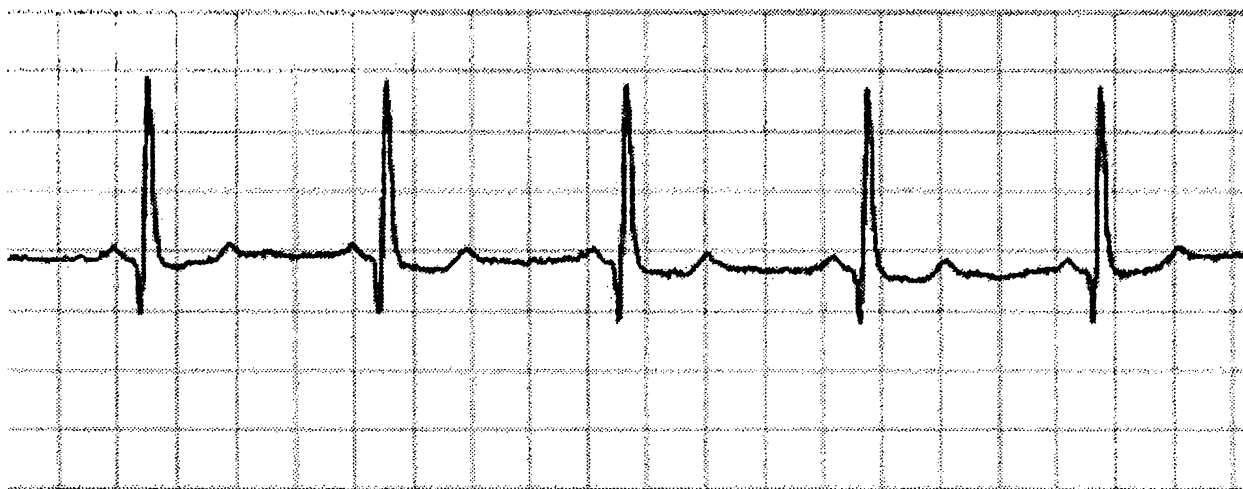


Рисунок 5

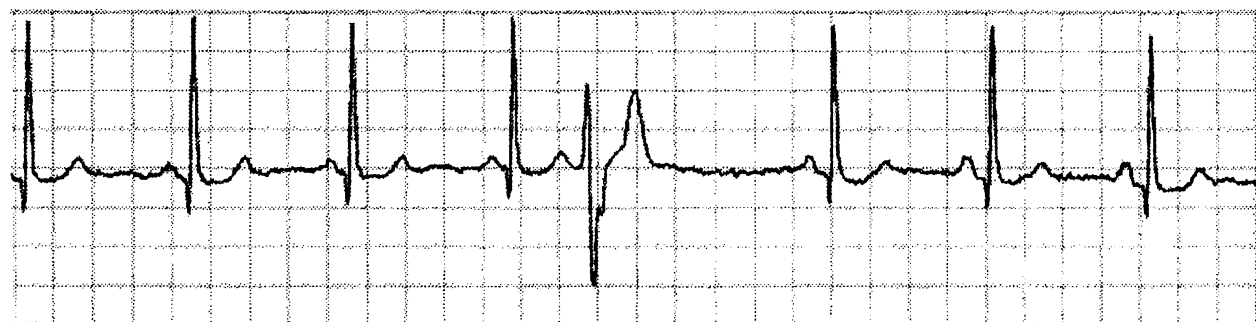


Рисунок 6

Таблица 1

Вид сигнала	Старший показатель Ляпунова		
	$L_{\min}$	$L_{\max}$	L_{cp}
Нормальный сигнал	-0.2879	0.3358	0.1271
Аномальный сигнал	0.0230	0.8121	0.1429

Для наглядного сравнения результаты исследований ЭКГ и ЭЭГ по одному алгоритму приведены в табл. 2.

Если рассматривать ЭЭГ, в которой зарегистрированы признаки эпилептической активности, то при расчете старшего показателя Ляпунова мы получим сегменты с отрицательным значением, что и является признаком эпилептической активности. Если же рассматривать ЭКГ, то мы получим не аномальных сегментах положительный старший показатель Ляпунова.

Вид сигнала	Аномальный сигнал			Нормальный сигнал		
	$L_{\min}$	$L_{\max}$	L_{cp}	$L_{\min}$	$L_{\max}$	L_{cp}
ЭЭГ	-1,1907	0,6556	-0,0362	0,0154	1,6701	1,0730
ЭКГ	0.0230	0.8121	0.1429	-0.2879	0.3358	0.1271

Литература:

1. Matjaž Perc. Nonlinear time series analysis of the human electrocardiogram. Slovenia, 2005, pp. 758-761.
2. Analysis and Modeling of ECG signals using nonlinear methods. URL: <http://lanoswww.epfl.ch/personal/schimmin/uni/beleg/body.html> (дата обращения: 21.03.2012).
3. Р.М. Рангайян. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 – с.49.