



2. Применение комплекса параллельного программирования Graphplus templet в моделировании [Текст] / С.В. Востокин, В.Г. Литвинов, А.Р. Хайрутдинов / Программные продукты и системы. 2012. №3(99). С.12-16.

3. Визуальное моделирование параллельных алгоритмов в процессно-ориентированной нотации Templet [Текст] / С.В. Востокин, В.Г. Литвинов, Д.Д. Макагонова, А.Р. Хайрутдинов / Параллельные вычисления и задачи управления: Тр. Шестой Международн. конф-ции. М.: ИПУ РАН, 2012. Том 1. С.260-269.

4. Востокин С.В., Дорошин А.В., Артамонов Ю.С., Назаров Ю.П. Программный комплекс анализа многомерных динамических систем и процессов на суперкомпьютере «Сергей Королёв» // Управление движением и навигация летательных аппаратов: сборник трудов XVI Всероссийского семинара по управлению движением и навигацией летательных аппаратов. - Самара: Издательство СНЦ РАН, 2013. - с.60-63.

М.Р. Богданов, А.В. Захаров, В.Ю. Горбунова

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ МЕТОДОМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА

(Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы)

Ключевые слова: Электрокардиограмма, THEW, вейвлет-анализ, диагностика сердечно-сосудистых заболеваний

Обоснование проекта. Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смертности и потери трудоспособности в развитых странах. Обычно врачи ставят диагноз, анализируя форму зубцов на электрокардиограмме. В работе предлагается распознавать электрокардиограммы методом вейвлет-анализа. Было разработано соответствующее программное обеспечение, пригодное для использования в качестве телемедицинского сервиса.

Методы. На наш взгляд, традиционные методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний имеют некоторые недостатки. В частности, современные электрокардиографы выдают относительно высокочастотные сигналы (200, 500 и даже 1000 Гц), в то время как врачи используют только сглаженные низкочастотные диаграммы. На наш взгляд при этом может теряться ценная информация. Для распознавания различных цифровых сигналов (звук, данные сейсмографов и т.д.) применяется вейвлет-анализ. Вейвлет – это функция, определенным образом характеризующая сигнал. В работе были использованы образцы электрокардиограмм (холтеровское мониторирование: 3 канала, 200 Гц, 24 часа), предоставленные Рочестерским университетом (штат Нью-Йорк, США). ECG-файлы имеют объем порядка 100 Мб и содержат три одномерных массива по 16-17 миллионов двухбайтовых целых чисел в каждом. Рочестерский университет является частью международного консорциума THEW (Telemedicine and Holter Electrocardiogram Warehouse). Консорциумом собрана



база данных есг-файлов и медицинских анамнезов объемом 14 терабайт. В нашей работе использовалось 60 Gb данных о 376 испытуемых (здоровые люди и пациенты с кардиологическими заболеваниями). Анамнез включает в себя 36 параметров состояния пациента, например, локализация инфаркта, данные о тромболитической терапии, артериальное давление, пол, возраст, рост, вес, курение и др.

ID	BETA_BLI	DIGOXIN	DIURETIC	ACEINHIB	ANTIARRH	FIBRINLY	RACE	HEIGHT	WEIGHT	BP_SYST	BP_DIAST	SMOKING	HYPERTE	DIABETES	VT	SYNCOPE	PRIOR_MI	AP	CHF	CPK	MI_LOCA	THROME
1002	1	0	0	0	0	0	1	168	85	130	70	1	0	0	1	0	0	3	2			
1003	0	0	0	0	0	0	1	180	95	150	90	1	0	0	1	0	23.04.1992	1	2			
1004	0	0	0	0	0	0	1	173	74	100	50	1	0	0	0	0	09.07.1990	2				
1008	1	0	0	0	0	0	1	174	75	100	70	1	0	0	0	0	0	2				
1009	0	0	0	0	0	0	1	170	90	140	80	1	0	0	1	0	30.03.1990					
1011	0	0	0	0	1	0	1	172	90	90	70	1	0	0	1	0	05.10.1995	2	2			
1012	0	0	0	0	0	0	1	170	95	110	60	1	1	0	1	0	02.10.1992	2	1			
1015	0	0	0	0	0	0	1	165	86	120	70	1	0	2	0	0	05.08.1994					
1022	0	0	0	1	0	0	1	170	81	140	80	0	0	0	0	0	31.05.1992					
1025	1	0	0	0	0	0	1	166	80	120	85	0	1	0	0	0	14.07.1981	6				
1026	1	0	0	1	0	0	1	162	83	160	90	1	1	0	0	0	01.07.1990	6				
1028	1	0	0	0	0	0	1	161	60	130	70	1	0	0	1	1	24.09.1992	6				
1040	1	0	0	1	0	0	1	168	100	130	80	1	0	0	0	0	01.07.1995	2				
1051	0	0	1	1	0	0	1	161	68	160	80	1	1	0	0	0	01.07.1991		2		2	
1055	0	0	0	0	0	0	1	168	67	160	100	1	1	0	0	0	21.01.1993	2		635	2	
1057	0	0	0	0	1	0	1	177	87	130	80	1	0	0	0	0	11.09.1994			4513	4	
2024	0	0	0	1	0	0	1	183	104	120	70	1	1	2	0	0	09.03.1988	2				

Рис. 1. Образцы анамнеза пациентов

Программное обеспечение. ПО было написано на языке С#. На первом этапе производится считывание ECG-файлов.



Рис. 2. Электрокардиограмма здорового человека

Затем выполняется детектирование сигнала для устранения избыточности и усиления характерных особенностей сигнала.

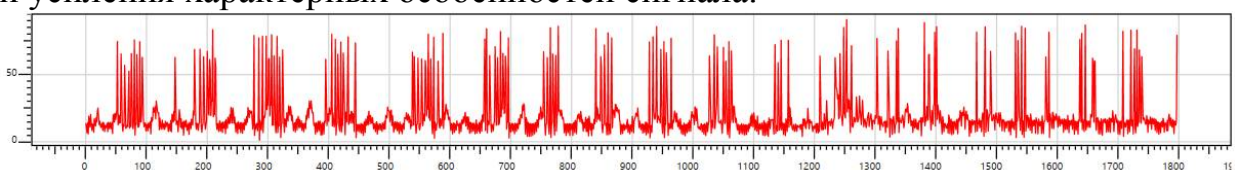


Рис. 3. Детектированный сигнал пациента с ишемической болезнью сердца



Далее, мы должны определить специфические области детектированного сигнала и выполнить операцию нормализации. Это делается для того, чтобы нивелировать влияние амплитуды сигнала на распознавание. Нормализованная область детектированного сигнала и является вейвлетом.

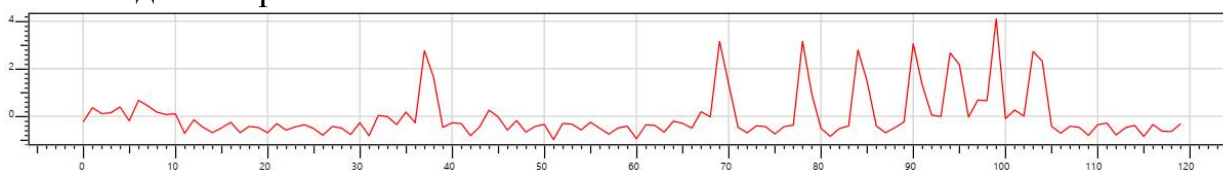


Рис. 4. Вейвлет пациента с ишемической болезнью сердца

В ходе распознавания детектирование сигнала осуществляется с той же рамкой детектирования, что и при создании вейвлетов. Шаг распознавания должен быть равен размеру вейвлета. Далее, мы определяем коэффициент корреляции между частью неизвестного сигнала и известным вейвлетом внутри шага распознавания. Найдя этот коэффициент, сдвигаем рамку распознавания на один шаг вправо и возобновляем процесс. Если значение любой из точек корреляционной кривой будет близко к единице, принимается решение об успешности распознавания (соответствия неизвестного сигнала известному вейвлету).

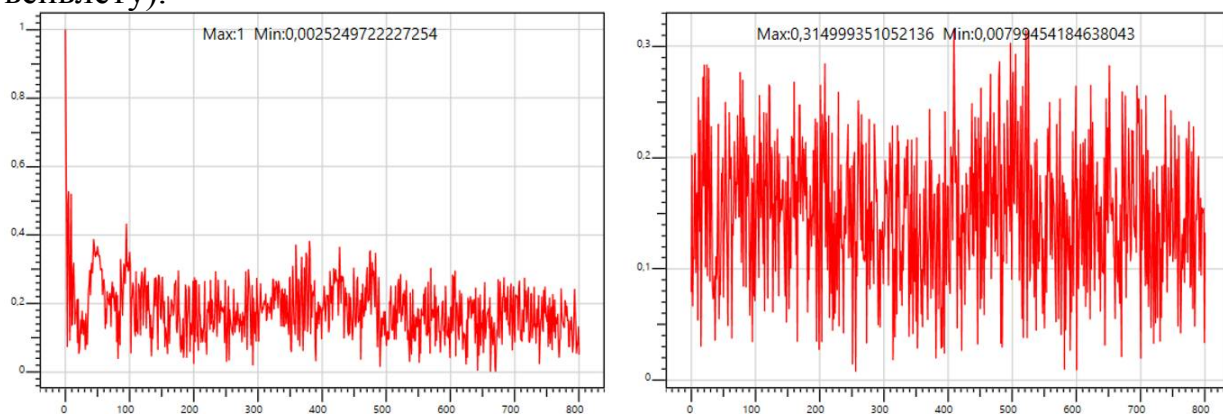


Рис. 5. Корреляционная функция между ЭКГ-сигналом ИБС (слева) и здорового человека (справа) с вейвлетом ИБС

Результаты: Было разработано программное обеспечение, способное диагностировать здоровое сердце на фоне инфарктов пяти типов и ишемической болезни сердца. Предложенный подход может быть использован в телемедицинских приложениях.

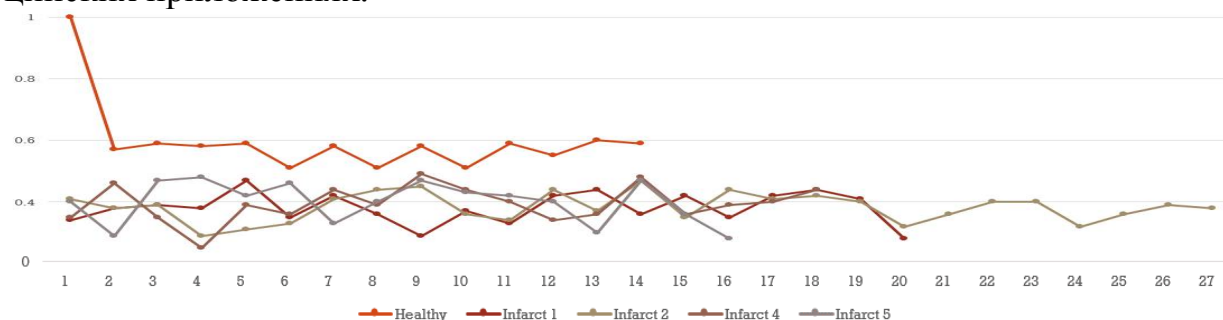


Рис. 6а. Распознавание здорового сердца на фоне инфарктов разного типа

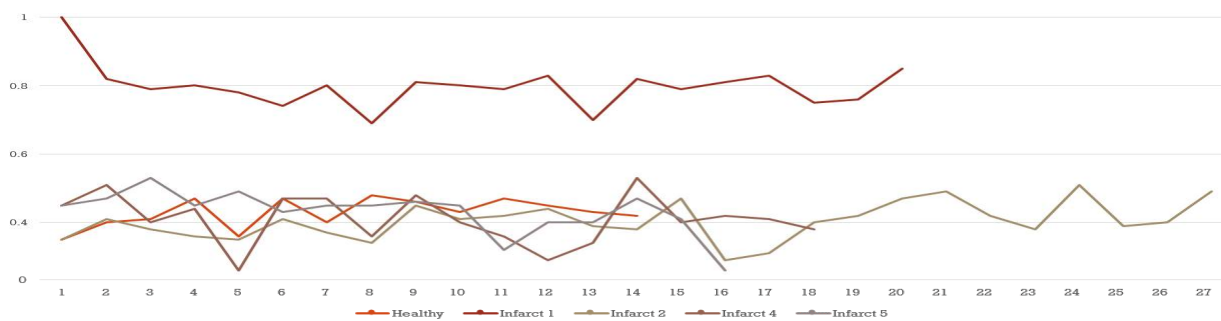


Рис. 6б. Распознавание инфаркта типа I на фоне здорового сердца и др. инфарктов

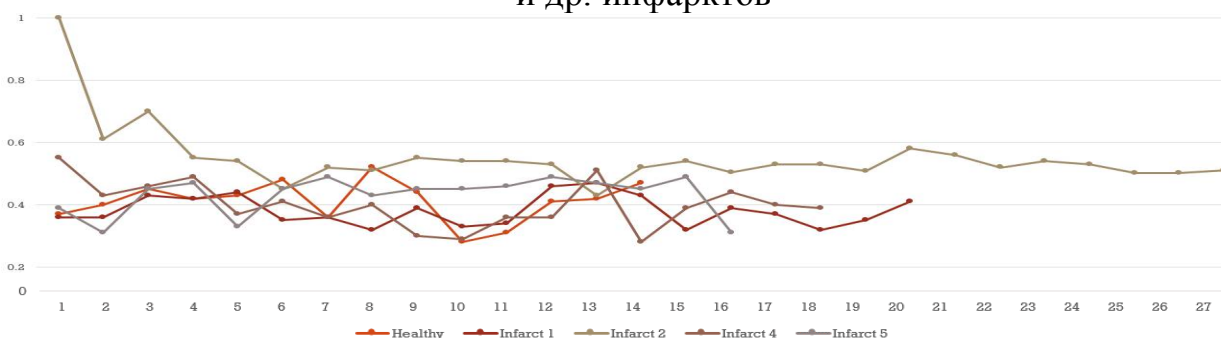


Рис. 6в. Распознавание инфаркта типа II на фоне здорового сердца и др. инфарктов

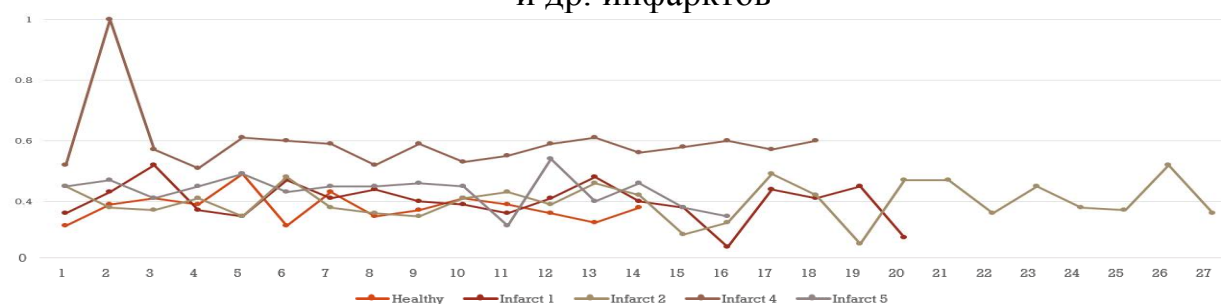


Рис. 6г. Распознавание инфаркта типа IV на фоне здорового сердца и др. инфарктов

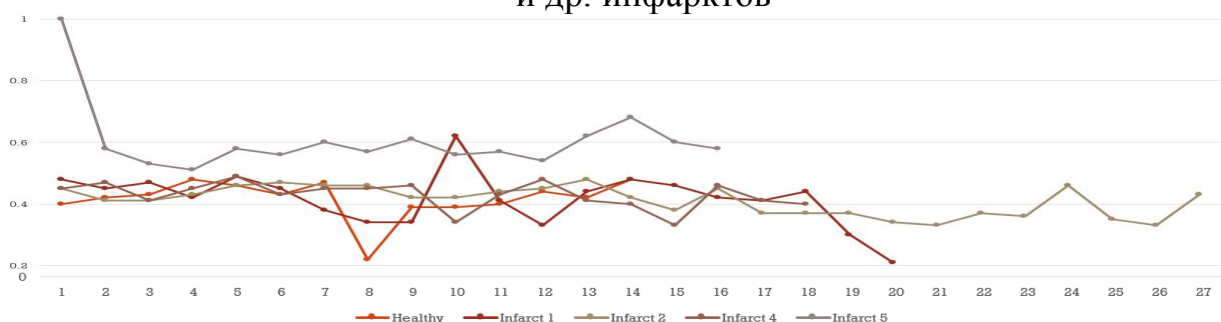


Рис. 6д. Распознавание инфаркта типа V на фоне здорового сердца и др. инфарктов

Литература

1. <http://thew-project.org/database.html>
2. Bogdanov M.R. Zakharov A.V. Recognition of ECG with wavelet-analysis. 5th International Young Scientists School “Systems Biology and Bioinformatics”, SBB-2013. Novosibirsk, Academgorodok, 23-26 June 2013