

лицу. Наличие в таблице определенных комбинаций записей означает переход на другую ступень структуры либо на выполнение некоторой операции с данными объекта. Эта процедура повторяется при выполнении любых действий в административном интерфейсе. При отсутствии таких разрешающих комбинаций идентификаторов в таблице, пользователю запрещается выполнять некоторые операции с данными объекта.

Такая система управления позволяет организовать единое централизованное хранение файлов и документов, позволяет модифицировать информационное содержание информационного сервера, предоставляет инструментарий для управления, обеспечивает удобный доступ к информации средствами веб-браузера. Область применения данной системы – информационные сервера, в частности, образовательные сервера и узлы дистанционного образования, наиболее важная функция которых – обеспечение качественной доставки информации пользователю. Очевидно, что данное решение не подходит для организации крупных корпоративных порталов, призванных обеспечивать не только эффективное управление информацией, но и организацию рабочего места сотрудника предприятия. Тем не менее, задача управления информационным содержанием образовательного сервера решается не менее эффективно, но со значительно меньшими материальными затратами [3, с. 2].

Литература

1. Долгов С.В. Информационный портал предприятия как способ объединения информационных ресурсов // Тез. докл. X Междунар. науч.-технич. семинара «Современные технологии в задачах управления». Алушта, 2001г., dolgov.hut.ru/paper3.html.
2. Чеботарев В.Н. Моделирование корпоративного портала знаний // PC Week – корпоративные системы. 2001г., №14. www.pcweek.ru/Year2001/N14/CP1251/CorporationSystems/chapt1.htm.
3. Сербант А.С. Интернет-порталы: стратегии, итоги, перспективы// Русский Журнал, 2001. 29 марта. www.russ.ru/netcult/cathedra/20010329_sebrant-pr.html.

ВЕЙВЛЕТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКГ СИГНАЛОВ В ЗАДАЧАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА

В. И. Архипов

1. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Сердце обладает собственной системой образования и проведения электрических импульсов. Некоторые сердечные заболевания (ишемии, аритмии, кардиопатиты и т.д.) влияют на работу электрической системы сердца, поэтому они легко обнаруживаются на электрокардиограмме.

Электрокардиограмма представляет собой регистрацию на поверхности тела электрических импульсов, связанных с работой сердца.

При охвате электрическим возмущением, сокращении и расслаблении разных отделов сердца, на кардиограмме фиксируются характерные всплески – зубцы. Форма, размер и положение зубцов являются основными критериями классического анализа электрокардиограммы.

2. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ. ВЕЙВЛЕТНЫЙ АНАЛИЗ

Для многих задач обработки сигналов используются проекционные методы. Их смысл заключается в проекции сигнала в некоторый функциональный базис, который выбирается таким образом, чтобы можно было выделить интересующие особенности исследуемого сигнала. При анализе спектральных характеристик сигнала, необходимо учитывать принцип Гейзенберга, в соответствии с которым нельзя сколь угодно точно локализовать сигнал в частотной и во временной областях одновременно.

Для анализа нестационарных сигналов было предложено оконное преобразование Фурье (1). Сигнал рассматривался через локализованные во временной области окна $g(t)$, внутри которых полагался стационарным, и подвергался Фурье-анализу. Такое преобразование позволяет локализовать особенности сигнала как во временной, так и в частотной областях.

$$STFT(\tau, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot g^*(t - \tau) \cdot e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

Недостатком преобразование является постоянство ширины окон для различных частот. Получается, что значения амплитуды большой частоты (с периодом меньшим, чем ширина окна) усредняются по ширине окна, а значения амплитуды малой частоты (с периодом большим ширины окна) могут изменяться от окна к окну, то есть на отрезке меньшем, чем период гармоники.

Рассмотрим некоторую функцию, например, модулированный гауссиан, которая локализована как во временной, так и в частотной областях. При масштабировании этой функции (умножении ее аргумента на некоторую константу) будет происходить изменение ширины области ее локализации по времени и по частоте. Кроме того, в частотной области будет меняться частота, вблизи которой локализуется функция, как и в случае перехода между базисными функциями оконного преобразования Фурье.

По этому принципу строится базис вейвлетного преобразования. Базис получается из одной функции, называемой материнским вейвлетом, за счет ее масштабирования и смещений во временной области (2).

$$\left\{ \psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \right\} \quad (2)$$

В качестве материнского вейвлета может быть не любая функция, на нее накладываются некоторые ограничения: вейвлет должен быть локализован, ограничен, а так же, должен иметь нулевой интеграл по времени. Последнее условие необходимо для последующего восстановления сигнала из его вейвлет-образа (условие обратимости преобразования).

Прямое вейвлет преобразование (3) позволяет получить вейвлет-образ сигнала, то есть его проекцию в вейвлетный базис. Обратное преобразование (4) позволяет восстановить сигнал из его вейвлет-образа. Константа C , используемая в обратном вейвлет преобразовании зависит от конкретного вида вейвлета.

$$W[f](a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot \psi_{a,b}^*(t) dt \quad (3)$$

$$f(t) = C \int_{-\infty}^{+\infty} \int_0^{+\infty} W[f](a,b) \cdot \psi_{a,b}(t) \frac{dadb}{a^2} \quad (4)$$

Таким образом, вейвлетное преобразование, подобно оконному преобразованию Фурье позволяет локализовать особенности сигнала, как в частотной, так и во временной области. Но, в отличие от него, является физически более корректным. В вейвлетном преобразовании низкие частоты лучше локализованы в частотной области, а высокие, наоборот, во временной.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКГ

Для исследования основного тона (частоты сердечных сокращений) необходимо рассматривать кардиограмму на больших масштабах, которые соответствуют низким частотам. При изменении основного тона, которое может быть как результатом увеличением физической нагрузки, так и сбоем в работе сердца, на вейвлетном образе кардиограммы можно видеть, как линия основного тона меняет свое положение (рис.1).

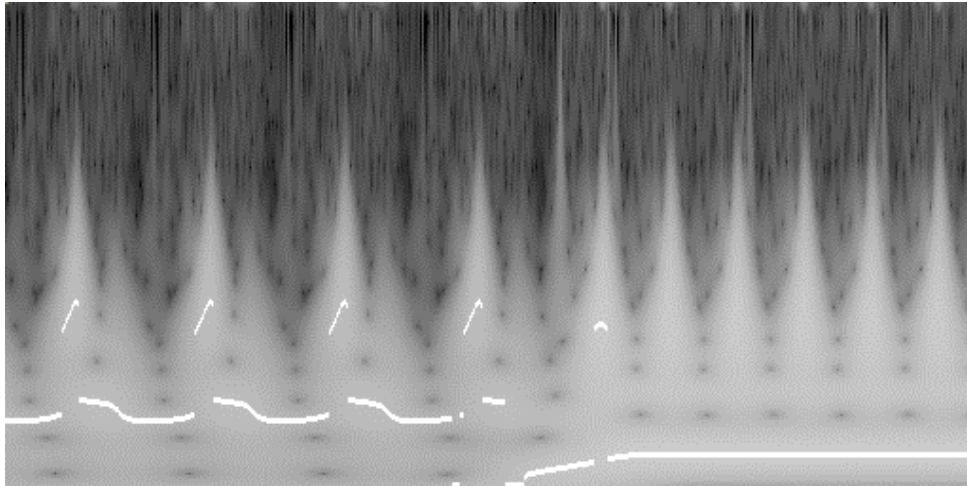


Рис. 1 Пример вейвлетного образа ЭКГ с меняющимся пульсом

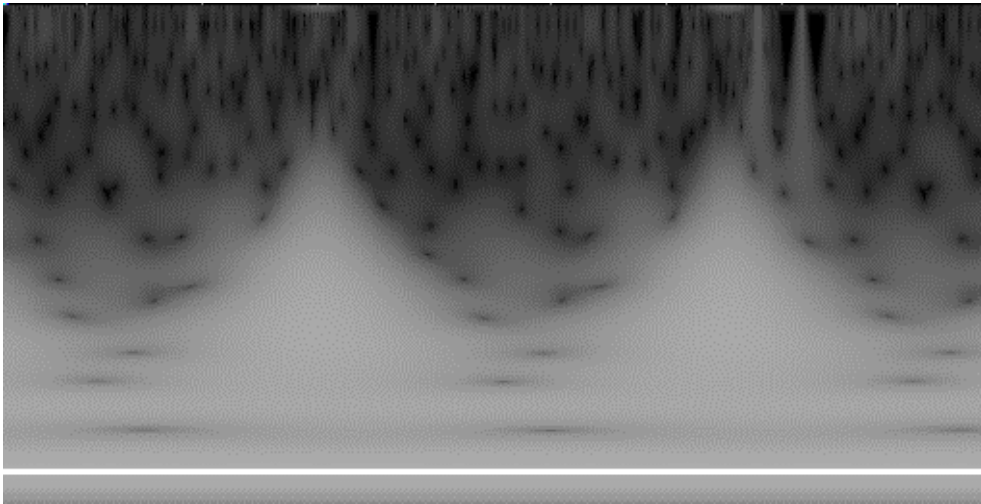


Рис. 2 Пример вейвлетного образа быстрых процессов ЭКГ

При выборе других диапазонов масштаба можно в вейвлетной области исследовать быстрые процессы, такие как характеристики зубцов кардиограммы, и возникающие при некоторых видах блокад, дельта-волны (рис.2). Быстрые процессы интересны тем, что отражают те же критерии, которые используются и при классическом исследовании ЭКГ во временной области.

Зубцы кардиограммы можно характеризовать амплитудой, этот параметр в вейвлетной области соответствует величине коэффициентов на всех масштабах. Острота зубца зависит от того, насколько большие частоты встречаются в кардиограмме в данный момент времени. По наличию вейвлетных коэффициентов с высокими значениями для более низких масштабов можно судить об остроте зубца.

Дельта-волны – это плоские волны, распространяющиеся в отделах сердца, в которых возникают блокады. На кардиограмме во временном

представлении дельта-волны выглядят в виде резких переходов (ступенек). Иногда эти волны могут быть очень маленькими и, в следствие, трудно обнаруживаемыми. Независимо от значения амплитуды дельта-волны, в вейвлетной области она отображается на малых масштабах. Об амплитуде дельта-волны можно судить по значениям амплитуды ее вейвлетных коэффициентов.

На основании вейвлетного образа кардиограммы можно однозначным образом получить ковариационную матрицу, которая изображается в виде поверхности и содержит в себе информацию об автокорреляционных свойствах исследуемого сигнала. Такая поверхность, как и вейвлет образ, представляет интерес при разработке методов обработки кардиограмм для задач обнаружения сердечных заболеваний.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного эксперимента было проанализировано 48 тестовых записей ЭКГ, для 12 отведений каждая, из базы данных Cardio-Concept. Анализ проводился при помощи компьютерных программ «Wavelet» и «Covariance Viewer», созданных на кафедре радиофизики факультета радиофизики и электроники БГУ, которые позволяют осуществлять визуальный анализ различных сигналов с использованием различных параметров и различных типов базовых вейвлетов для расчета непрерывного вейвлет-преобразования (НВП), рассчитывать ковариационную матрицу для исследуемых сигналов, а также отображать ковариационную матрицу в виде трехмерной поверхности. Выбор различных масштабов позволяет исследовать как медленные процессы, характеризующие особенности сердечных ритмов, так и быстрые процессы, которые отражают те же критерии, что используются и при классическом исследовании ЭКГ во временной области.

Литература

1. Харбель Р. Справочник по ЭКГ/Перевод с немецкого Т. П. Дюбкова, В. Ф. Жерносек; ООО «Попурри», 2000
2. Риол О., Веттерли М. Вейвлеты и обработка сигналов; IEEE, 1991
3. Левкович-Маслюк Л., Перебин А. Материалы конференции «Графикон98»
4. Левкович-Маслюк Л., Перебин А. Материалы конференции «Графикон99».