



приложение к журналу
«ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

МАТЕРИАЛЫ

XXXIV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ И ДИСКУССИОННОГО НАУЧНОГО КЛУБА

**Информационные технологии в науке, социологии,
экономике и бизнесе**

IT + SE`08

ОСЕННЯЯ СЕССИЯ

Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 30 сентября – 8 октября 2008 г.

Путем синтаксического анализа объекта устанавливается его синтаксическая "правильность" или, что эквивалентно, - может ли некоторая фиксированная грамматика породить имеющееся описание объекта. Задача восстановления (определения) грамматик по некоторому множеству высказываний, порождающих данный язык, является трудно формализуемой.

Из методов интенционального направления практическую ценность представляют параметрические методы и методы, основанные на предложениях о виде решающих функций. Применение первых в реальных задачах связано с наложением сильных ограничений на структуру данных, которые приводят к линейным диагностическим моделям с очень приблизительными оценками их параметров. Использование вторых, из-за высокой размерности пространства признаков также часто приводит к необходимости линейных моделей. Такие модели адекватны только простым геометрическим конфигурациям областей пространства признаков, в которые отображаются объекты диагностических классов. При более сложных распределениях эти модели не могут отражать особенности структуры данных, применение линейных моделей позволяет фиксировать только "грубые" закономерности экспериментальной информации.

Среди рассмотренных выше методов принятия решений, применительно к задаче интерпретации параметров биообъекта, наиболее перспективными являются интенциональные методы, основанные на предположении о классе решающей функции. Эти методы могут быть реализованы на базе искусственных нейронных сетей, требуют сравнительно небольшого объема машинной памяти и позволяют достичь высокого быстродействия вычислительных алгоритмов.

УДК 612.391:004.93

ОБНАРУЖЕНИЕ НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ КОМПОНЕНТ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ СЕРДЦА И МОЗГА

Фесечко В.А., Иванушкина Н.Г., Попов А.А., Иванько Е.О., Карплюк Е.С.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

DETECTION OF LOW-AMPLITUDE COMPONENTS IN HEART AND BRAIN BIOMEDICAL SIGNALS

Fesechko V.A., Ivanuskina N.G., Popov A.O., Ivan'ko E.O., Karplyuk E.S.

National technical university of Ukraine «Kyiv politechnical institute»

The methods of wavelet and polyspectral analysis of ECG and EEG signals are considered.

В клинической практике широко используется мониторинг состояния пациентов по данным регистрации биоэлектрических потенциалов сердца и мозга: электрокардиограмм (ЭКГ) и электроэнцефалограмм (ЭЭГ), главными достоинствами которых являются сравнительная простота и неинвазивность [1,2]. Для обнаружения тонких проявлений электрической активности сердца и мозга, не выявляющихся при традиционных видах анализа биоэлектрических сигналов, выполняется поиск новых видов анализа, применение которых даёт дополнительную информацию при постановке диагноза.

Наличие низкоамплитудных сигналов замедленного проведения, присутствующих в конце волны Р, не проявляется при визуальном анализе ЭКГ [2]. Для выявления поздних потенциалов предсердий (ППП), являющихся маркерами развития потенциально опасных аритмий, можно использовать метод вейвлет-преобразования. Анализу подвергаются сигнал-усреднённые электрокардиосигналы, полученные в системе ЭКГ высокого разрешения [2, 3].

Применение вейвлетов для многомасштабного анализа заключается в том, что разложение сигнала производится по базису, образованному сдвигами и масштабированием функции-прототипа $\psi(t)$ [4, 5]. Анализ с изменением масштаба даёт хорошие результаты, если сигнал состоит из высокочастотных компонентов малой продолжительности и низкочастотных продолжительных компонентов. Именно такие сигналы часто встречаются в медицинской практике.

Непрерывное вейвлет-преобразование определяется как

$$W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^*[(t-b)/a] dt, \quad (1)$$

где a — масштабный коэффициент, b — параметр сдвига, $f(t)$ — исследуемая функция, $\psi(t)$ — вейвлет-функция.

Оптимальная форма и частотная избирательность вейвлет-функций позволяет повысить качество обработки сигнала. Обычно выбор материнской функции определяется внешним сходством вида исследуемой функции и функции вейвлет-преобразования. Так как ППП представляют собой низкоамплитудные высокочастотные электрические сигналы продолжительностью несколько десятков миллисекунд, необходимо правильно подобрать подходящую форму вейвлет-функции, которая бы наиболее наглядно определяла наличие поздних потенциалов,

локализующихся в конце волны Р. На рис. 1,а представлен полученный в результате моделирования сигнал ППП. На рис. 1,б приведены вейвлет-функции Мейера и Коифлета 3 порядка, выбранные для обнаружения ППП.

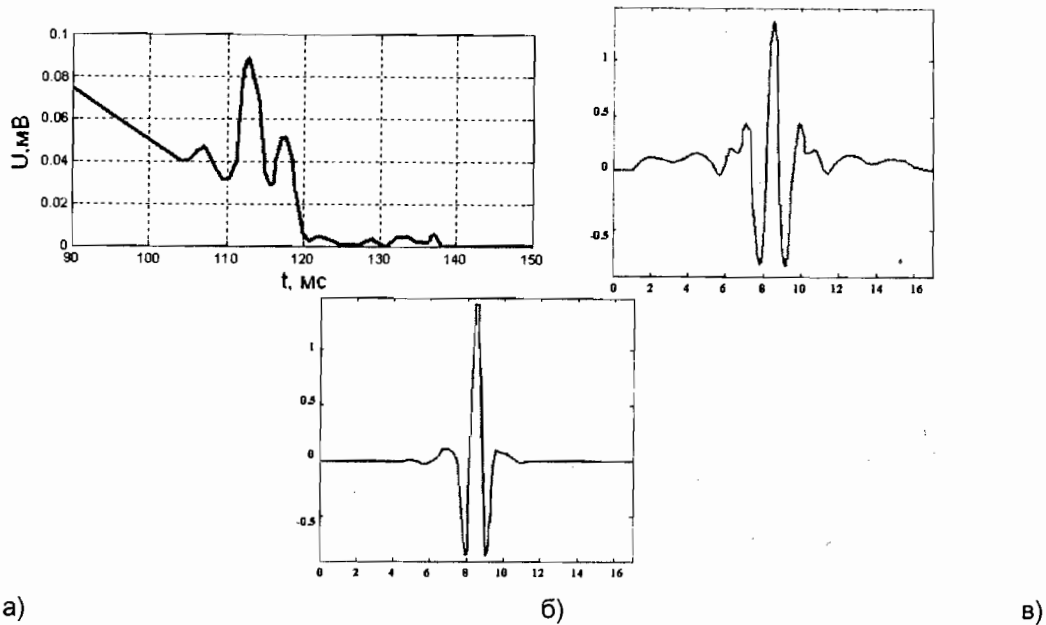


Рис. 1. Представление во временной области: а) модели сигналов ППП; б) вейвлет-функции Мейера; в) вейвлет-функции Коифлета 3 порядка

На основании данных, полученных в результате непрерывного вейвлет-преобразования последних 30 мс зубца Р, построены трёхмерные графики (рис. 2). Основываясь на предположении о высокочастотной природе поздних потенциалов, были определены признаки их наличия на малых масштабах вейвлет-спектрограммы.

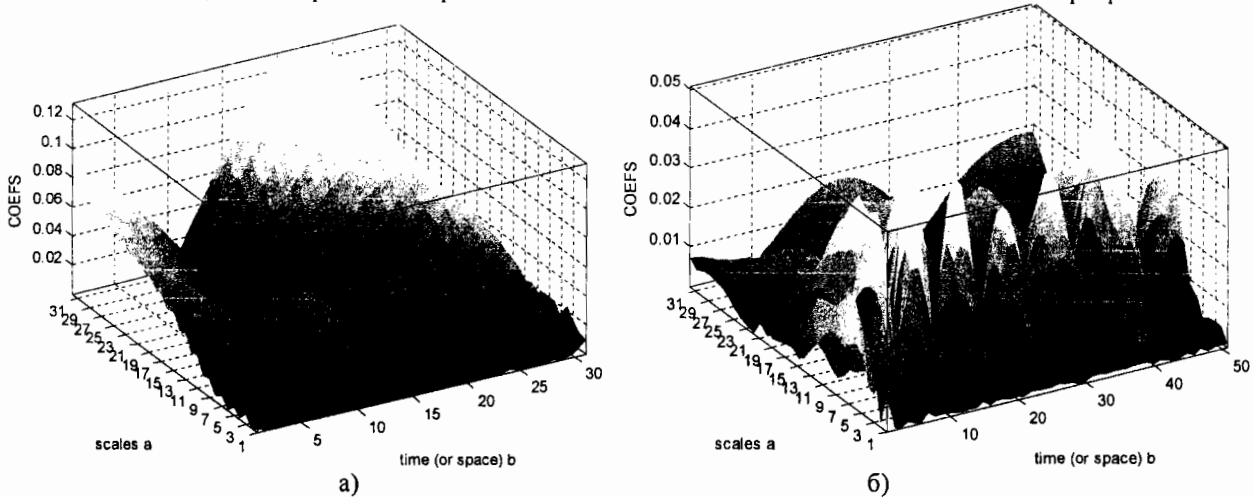


Рис. 2. 3-D представление вейвлет-спектрограммы участка зубца Р а) в случае отсутствия ППП (вейвлет-функция Коифлета 3 порядка); б) в случае предположительного наличия ППП (вейвлет-функция Мейера);

В случае отсутствия поздних потенциалов (рис. 2, а) на вейвлет-спектрограмме отсутствуют значительные составляющие в области высоких частот (малых масштабов), тогда их как присутствие позволяет сделать вывод о наличии ППП у данного пациента (рис. 2, б) [6].

Помимо вейвлет-преобразования проведены исследования биомедицинских сигналов методом биспектрального анализа [7, 8]. Биспектральная плотность мощности $G_3(\omega_1, \omega_2)$ определяется как двумерное преобразование Фурье кумулянтной функции третьего порядка $C_3(\tau_1, \tau_2)$ процесса $x(t)$ [8]:

$$G_3(j\omega_1, j\omega_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} C_3(\tau_1, \tau_2) \exp[-j(\omega_1\tau_1 - \omega_2\tau_2)] d\tau_1 d\tau_2, \quad (2)$$

$$C_3(\tau_1, \tau_2) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t - \tau_1) x(t - \tau_2) dt. \quad (3)$$

Проанализированы 10 секундные интервалы записей ЭЭГ по 19 отведениям. Для сравнения выбраны биспектральные структуры для ЭЭГ предположительно здорового человека и ЭЭГ с ярко выраженными эпилептическими признаками (рис.3).

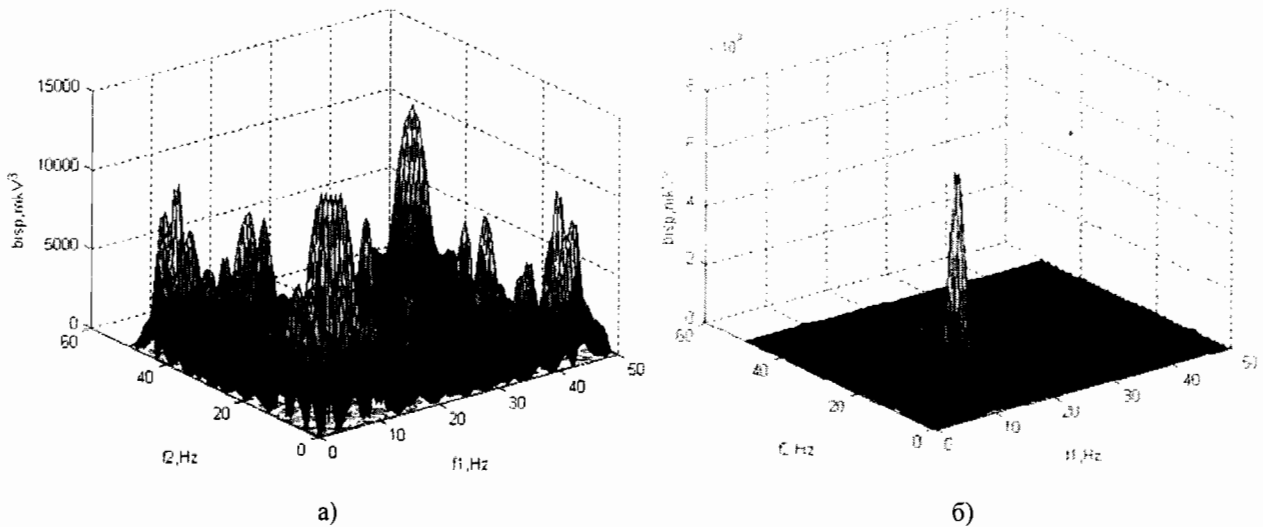


Рис.3. Биспектры ЭЭГ: а) здорового человека; б) пациента с признаками эпилепсии (канал С4)

В первом случае величина биспектра имеет порядок 10^3-10^4 мВ³, во втором случае — 10^8-10^9 мВ³. Для ЭЭГ здорового человека при отдыхе характерен тип биспектра с группами многочисленных пиков, т.е. с множеством квадратично связанных частот [7,8]. На большинстве ЭЭГ эпилептика присутствует либо один пик, либо несколько отдельно отстоящих пиков. При этом заметные колебания структуры биспектра на остальной бичастотной плоскости отсутствуют.

При сравнении большого количества биомедицинских сигналов видно, что различным состояниям сердца и мозга соответствуют различные биспектральные и вейвлет-структуры. Эти методы анализа сигналов могут успешно применяться во врачебной практике. Однако открытой ещё остаётся задача составления классификации соответствия конкретной патологии определенному виду биспектра или вейвлет-спектрограммы.

Новизна результатов, полученных авторами

Предложено применение методов вейвлет-преобразования и биспектрального анализа для исследования биоэлектрических сигналов сердца и мозга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский журнал анестезиологии и интенсивной терапии.—№1. Нейроанестезиология, нейрореанимация, интенсивная терапия в неврологии и нейрохирургии [Электронный ресурс]/О.Б. Сазонова// Режим доступа: <http://neuroanesth.narod.ru/st13.htm>
2. ЭКГ ВР [Электронный ресурс]/ Иванов Г.Г.// 1999.— Режим доступа: <http://ecg.ru/books/>
3. Н.Г. Иванушкина, В.О. Фесечко. Технології високого розрізнення в електрокардіографії.: Навч. посіб.— К.:НТУУ "КПІ".— 2007.—116с.
4. Абакумов В.Г., Рибін О.І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг — К.: Нора-принт, 2003. — 426с.
5. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. — С.-Петербург, ВУС.— 1999.
6. Е.О.Иванько, Н.Г.Иванушкина, А.А.Иванушкин, Ю.А.Кислюк. Обнаружение низкоамплитудных составляющих в системе электрокардиографии высокого разрешения // Электроника и связь. Тематический выпуск "Проблемы электроники"— 2008.— ч.2. — С. 57-60.
7. Новиков А.К. Полиспектральный анализ — СПб.: ЦНИИ им. акад.А.Н.Крылова. — 2002. — 180с.
8. Nonlinear Analysis of Electroencephalogram with Different Brain Functions and Its Application [Электронный ресурс]/ Shen Minfen, Sun Lisha, J.H. Ting, Congtao Xu// 2003. — Режим доступа: <http://dsp-book.org.ua/books/>