

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Методика анализа ЭКГ-сигнала на основе вейвлет-преобразования

Твердохлеб Юлия Владимировна

Студент

Запорожский национальный технический университет, Факультет информатики и вычислительной техники, Запорожье, Украина

E-mail: tv_julia@mail.ru

В настоящее время для анализа электрокардиограмм (ЭКГ) перспективно применение вейвлет-анализа. По сравнению с разложением сигналов на ряды Фурье, вейвлеты способны с гораздо более высокой точностью представить локальные особенности сигналов.

Электрокардиограмма представляет собой запись электрических потенциалов активности сердца, снятую с одного или нескольких отведений, и состоит из периодической последовательности кардиоциклов. В типичном кардиоцикле выделяют несколько элементов: Р-волна, QRS-комплекс и Т-волна.

С целью повышения точности в обнаружении Р-QRS-Т комплексов ЭКГ-сигнала, разработан метод на основе технологии вейвлет-преобразования. Метод позволяет обнаружить девять важных координат точек кардиосигнала: начало, пик и смещение Р-зубца, QRS-комплекса и Т-зубца во всех отведениях ЭКГ-сигнала. Обоснован оптимальный способ фильтрации ЭКГ-сигнала от шумов без потери информации.

Разработанный метод анализа ЭКГ-сигнала базируется на непрерывном вейвлет-преобразовании (CWT), которое в разных временных масштабах характеризует сигнал в различных частотных диапазонах. Для выбора оптимального вейвлета, используемого в качестве базиса, было протестировано несколько вейвлет-функций. Наилучшим вейвлет-носителем является биортогональный вейвлет «bior1.5». В качестве масштабного коэффициента использовался 15 масштаб для обнаружения QRS-комплекса и 41 масштаб для обнаружения Р и Т зубцов. Для обнаружения координат точек зубцов ЭКГ-сигнала после применения CWT, выбрать две подряд пары коэффициентов, пересекающие нуль, между каждой из которых лежит локальный максимум (минимум) соответственно [1, 4]. У предложенного подхода низкое быстродействие (для использования в 24-часовом мониторинге) из-за постоянного поиска локального максимума (минимума). Поэтому вместо поиска экстремумов, автором было предложено использовать пороговое значение, равное половине глобального максимума (минимума). Также не учтена ситуация, когда имеется большая амплитудная разница между QRS-комплексом и Р, Т зубцами. Поэтому, автором было предложено после обнаружения QRS-комплексов, «удалить» их (QRS-комплексы), аппроксимируя линейно каждый такой участок сигнала.

На стадии предварительной обработки кардиосигнала (удаление шумов) применена процедура пороговой обработки вейвлет-коэффициентов (трешолдинг). Согласно полученным результатам наилучшим вейвлет-носителем является вейвлет «db4» на четвертом уровне разложения. Лучший метод трешолдинга среди методов [2, 3, 5] – метод Берга-Массара. При этом требуется использовать локальный многоуровневый вейвлет-трешолдинг со штрафным коэффициентом равным шести.

Разработанный метод обеспечивает 98-99% точность обнаружения P-QRS-T комплексов кардиосигнала.

Литература

1. Chouhan V.S., Mehta S.S., Lingayat N.S. Delineation of QRS-complex, P and T-wave in 12-lead ECG // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 2008. Vol. 8. P. 185-190.
2. Dohoto D.L. De-Noising by soft-thresholding // IEEE Transactions on Information Theory. 1995. Vol. 41. P. 613-627.
3. Luisier F., Unser M. A new SURE approach to image de-noising: Interscale Orthonormal wavelet thresholding // IEEE Transactions on image processing. 2007. Vol. 16. P. 593-606.
4. Vitec M., Hrubes J., Kozumplik J. A wavelet-based ECG delineation in Multilead ECG signals: Evaluation on the CSE Database // IFMBE Proceedings. 2009. Vol. 25. P. 177-180.
5. Walden A.T., Percival D.B. Spectrum estimation by wavelet thresholding of multitaper estimators // IEEE Transaction on Signal Processing. 1998. Vol. 46. P. 3153-3165.