

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Простой пороговый алгоритм обнаружения QRS-комплексов ЭКГ на основе фрактальной размерности

Чувиллина Елена Владимировна

Аспирант

Рыбинский Государственный Авиационный Технический Университет имени П.А.

Соловьева, Факультет радиоэлектроники и информатики, Рыбинск, Россия

E-mail: elenabarkhonina@mail.ru

Структурно-сложные сигналы, как правило, поступают от сложных искусственных источников или от источников естественного происхождения. При их анализе возникают две задачи: задача обнаружения локальных неоднородностей и задача оценки моментов времени их появления. Существуют различные функции сложности для их нахождения.

Рассматривается задача автоматического обнаружения QRS-комплексов по изменениям фрактальной размерности кардиограмм. В настоящее время для решения задачи обнаружения сердечного сокращения по сигналу ЭКГ широко используется алгоритм Пана и Томпкинса [2]. По оптимистическим оценкам он обеспечивает обнаружение не менее 95% QRS-комплексов.

Предложен следующий алгоритм обнаружения QRS-комплекса, основанный на расчете фрактальной размерности. Сигнал разбивается на перекрывающиеся блоки равной длины b (в отчетах). Их количество равно целой части $l = 2N/b$, где N — длина (количество отчетов) сигнала. Таким образом, сигнал раскладывается на элементарные участки равной длины со сдвигом на половину блока $b/2$:

$$s_0^{N-1} \rightarrow \left[e_0^{b-1}, e_{b/2}^{3b/2-1}, \dots, e_{ib/2}^{(i+2)b/2-1}, \dots, e_{(l-1)b/2}^{N-1} \right].$$

Для каждого блока $e_{ib/2}^{(i+2)b/2-1}$ рассчитывается размерность Минковского m_i [1] на основе соотношения: $\log N(\varepsilon) = \log c - \log \varepsilon$, где c — константа, $N(\varepsilon)$ — минимальное число клеток со стороной ε , необходимых для покрытия участка сигнала. В случае, когда отношение размерности к среднему значению $\sigma = |d_{i+1} - d_i|/\bar{d}$, превышает порог α , принимается решение о наличии QRS-комплекса.

Работа алгоритма исследовалась на реальных сигналах ЭКГ. Для блоков, не содержащих QRS-комплекс отношение изменения размерности к среднему изменению размерности на сигнале в среднем составляет чуть меньше единицы. Для блоков с QRS-комплексом это отношение больше единицы и варьируется от 1 до 19. Такие результаты получены в 95% исследуемых случаев.

Для участка сигнала с QRS-комплексом размерность Минковского принимает большие значения, отражая большую сложность сигнала. На разных сигналах процент обнаружения варьируется от 70 до 95%. Лучшие результаты получены на хорошо снятых электрокардиограммах. На зашумленных сигналах процент обнаружения снижается. Применение предложенного метода возможно и перспективно, однако требуются дополнительные исследования шумоподавления, выявления трендов. Решение этих задач — направление дальнейшей работы.

Литература

1. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М.: Постмаркет, 2000.
2. Pan J., Tompkins W.J., A real-time QRS detection algorithm. IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-32 (3): 230-236, 1985.