

Классификация вейвлетов для удаления шума из сигнала нормальной кардиограммы

М.А. Форгани, А.В. Кожевин

УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Любые современные методы обработки сигналов сталкиваются с проблемой удаления шумов. Одним из основных подходов для удаления шума в настоящее время является применение вейвлетов.

Применение вейвлетов стало популярным во многих сферах деятельности человека. Например, медицина или электроэнергетика. Наша работа относится к медицине, а именно к обработке сигналов нормальных электрокардиограмм человека. Электрокардиограмма - это биологический нестационарный сигнал, который содержит важную информацию о ритме сердца. На основании исследования такого сигнала можно выделять специфическую информацию, которая может помочь специалисту делать заключения о состоянии здоровья сердца. Известно, что вейвлет преобразование применимо для анализа нестационарных сигналов, следовательно оно подходит для обработки электрокардиограммы.

В настоящее время не существует алгоритма, позволяющего выбрать наиболее подходящий вейвлет для наиболее эффективного шумоподавления, однако считается, что если вейвлет очень похож на сигнал электрокардиограммы, то результат будет более эффективным. В данной работе представлен подход, который подразумевает статистический анализ данных, полученных в результате применения разных вейвлетов с разными характеристиками. На основе результатов статистического анализа можно выявить подмножество вейвлетов со своими характеристиками, которые показали наилучшие результаты.

Исследование было проведено с использованием Matlab и встроенной в него команды автоматического удаления шума «wden». В качестве параметров этой команды использовали несколько семейств вейвлетов: Haar, Daubechies, Symlets, Coiflets, BiorSplines, Dmeyer. Для каждого семейства вейвлетов аппроксимация велась максимум до 10 уровня. Каждый уровень аппроксимации рассчитывался для следующих трешолдингов: rigrsure, heursure, sqtwolog, minimaxi. Каждый трешолдинг рассчитывался с использованием двух принципов пороговой обработки: soft, hard. Каждый порог пересчитывался в трех вариантах: one, sln, mln. Следует отметить, что заключение по эффективности применения какого-либо вейвлета со своими характеристиками велось по следующему принципу: к исходному сигналу были добавлены 5 разных по мощности шумов, выражающихся в значении SNR (Signal to Noise Ratio), далее полученный сигнал очищался от шумов, и снова считалось значение SNR.

В виду сложности алгоритма естественным решением было использовать параллельные вычисления, поскольку фрагмент данных в 10 секунд по оценочным измерениям должен занимать на одном ядре с тактовой частотой 4,2 ГГц около 5 минут. В результате последующего параспараллеливания расчетов удалось сократить время расчетов в среднем в 150 раз. Данные для исследования были взяты из открытой базы данных MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database.

Предварительный результат показал, что наиболее подходящими семействами вейвлетов для шумоподавления в сигналах нормальных электрокардиограмм являются Symlets и Coiflets. Полное распределение всех семейств изображено на Рисунке 1.

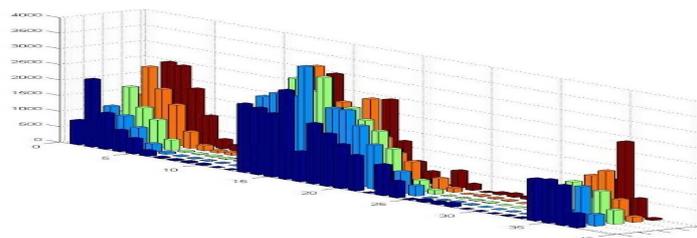


Рис. 1. Результат работы алгоритма по выявлению наиболее эффективных вейвлетов