

Магистрант БМ Н.А. Каримова,  
науч. рук. доц. Ш.Б. Ибрагимов, ТашГТУ

### ВЫБОР МЕТОДА СЕГМЕНТАЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭКГ.

Среди многочисленных методов исследования, наблюдения и контроля состояния человека ведущее место принадлежит электрокардиографии (ЭКГ). Необходимость мониторинга ЭКГ во время анестезиологического пособия, реанимации, интенсивной терапии и диагностики не подлежит сомнению. Сигнал ЭКГ несет большой объем информации, и детальный автоматический анализ сигнала ЭКГ пациента позволяет своевременно вырабатывать сигналы тревоги, предотвращающие летальный исход, а так же делать прогностические заключения [1].

При обработке сигнала ЭКГ, имея в руках современные вычислительные ресурсы, требуется автоматически вести анализ формы цикла сигнала ЭКГ (кардиоцикла), т.е. автоматически распознавать характерные сегменты и определять их временные и амплитудные параметры. Форма кардиоцикла сигнала ЭКГ и характерные точки показаны на рис. 1.. Характерные сегменты - это участки между характерными точками: сегмент  $P$  (точки  $P_0$  и  $P_i$ ), сегмент  $QRS$  (точки  $Q\dots S$ ), сегмент  $T$  (точки  $T_0\dots T_i$ ). На вход анализа формы кардиоцикла поступает информация, полученная на этапе разбиения сигнала ЭКГ на циклы. Исходно имеется массив форм кардиоциклов накопленный за некоторый период времени.

Усредненная форма. Исходя из того, что форма нормального кардиоцикла во времени меняется медленно, а каждый текущий кардиоцикл может быть искажен артефактами и шумами, то распознавать характерные сегменты имеет смысл по некоторой усредненной форме кардиоцикла. Усредненная форма кардиоцикла рассчитывается на основе нескольких (5-20) форм кардиоциклов прошедших процедуру корреляции друг с другом. Затем отобранные формы кардиоциклов усредняются поточечно. Полученный сигнал представлен на рис. 1..

На следующих этапах производится распознавание формы (характерных точек и сегментов) кардиоцикла.

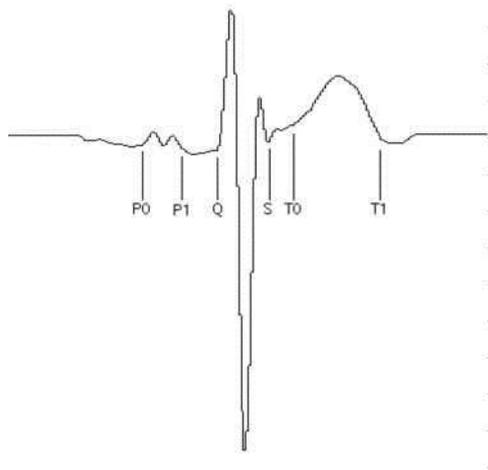


Рис. 1. Усредненная форма кардиоцикла

Структурные алгоритмы. Многие реализации алгоритмов этого распознавания основаны на предварительной сегментации сигнала формы, описания полученных сегментов (зубцов) и последующего анализа этого описания, т.е. это структурные алгоритмы. Кроме них в практике анализа формы ЭКГ используют нейронные сети, образный анализ, а также сравнение с заранее известными эталонами характерных сегментов формы - корреляционные алгоритмы.

Предварительная сегментация. Рассмотрим более подробно этап предварительной

сегментации сигнала формы структурных алгоритмов. От качества этой сегментации зависят дальнейшие этапы анализа.

Суть этой сегментации сводится к тому, что сигнал формы кардиоцикла (сигнал ЭКГ) представляется неким производным от него сигналом. Необходимость получения производного сигнала от сигнала ЭКГ определяется тем, что необходимо исключить амплитудный тренд (несущую) сигнала ЭКГ. Кроме того, требуется каким либо образом выразить (усилить) отличия участков сигнала соответствующих разным сегментам и переходам между такими участками.

Будем считать, что зубец, это элемент сигнала, условно обозначенный треугольником, имеющий, начало, вершину и конец. Начало и конец являются основанием зубца.

Локальные экстремумы. Наиболее простым методом сегментации является нахождение локальных экстремумов амплитуды. При этом задается некоторый порог амплитуды, соответствующий чувствительности и точности нахождения локальных экстремумов. Каждый локальный экстремум является вершиной зубца. Недостатком метода является необходимость задания порога чувствительности, а также необходимость дополнительного уточнения оснований зубцов. Кроме того, при использовании этого метода, возможен пропуск зубцов на наклонных участках сигнала [2].

Для уточнения положения оснований зубцов возможно дополнительное использование функции однородности сигнала. В качестве функции однородности возможно использование производной сигнала, характеристики кривизны сигнала, аппроксимации сигналами прямыми или кривыми элементарными функциями.

Производная. Недостатком является зависимость вида получаемой функции от  $\Delta X$  - окна вычисления производной, т.е. зависимость выделяемых частот от окна взятия производной. Сегмент  $QRS$  характеризуется более высоким частотным спектром по сравнению с  $P$  и  $T$ . Кроме того, производная усиливает помехи сигнала.

Определение кривизны. Кривизна сигнала определяется следующим образом. Для точки  $X$  сигнала ЭКГ кривизна определяется длиной хорды  $AB$ . При этом, хорда  $AB$  принимается в качестве определения радиуса кривизны, если расстояние от точки  $X$  до хорды  $AB$  не меньше величины  $E$ . Величина  $E$  определяет точность нахождения изменений формы сигнала. Знаком кривизны является выпуклость или вогнутость сигнала в месте вычисления кривизны. Таким образом, кривизна характеризует радиус сигнала.

Отклонение сигнала. Одним из методов определения положения основания зубцов является определение величины  $D$  - отклонения сигнала от отрезков соединяющих локальные экстремумы. Недостатком, является нестабильность функции в зависимости от положения экстремумов в сигнале.

## Литература

1. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. // М: Мир, 1990.

2. Калядин Н.И., Леменков В.А., Коробейников А.В. и другие. Разработка и опыт клинической эксплуатации мониторно - компьютерной системы отделения неотложной реанимации.// Медицинская техника. - 2002. - №1. - С. 36-40.

Ибрагимов Ш.Б., Каримова Н.А. ЭКГ тахлилида сегмент усулидан фойдаланиш.