

Classificação de arritmias em sinais ECG

Eduardo Luz Rensso Mora

Universidade Federal de Ouro Preto

06/10/2010

Summary

- 1 Motivação
- 2 Conceitos básicos
- 3 Aquisição do Sinal
- 4 Pré-processamento
- 5 Segmentação do QRS
- 6 Extração de Características
- 7 Classificação
- 8 Base de Dados
- 9 Considerações Finais

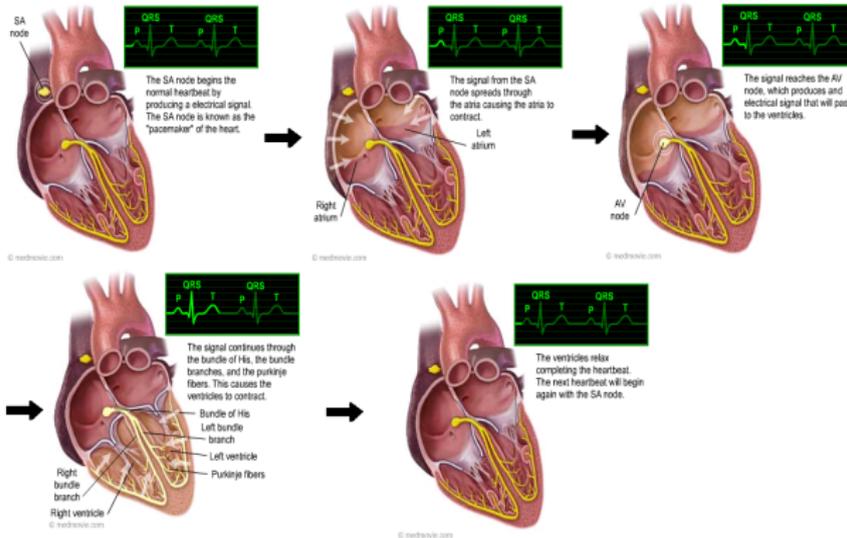
Motivação

- Diagnosticar doenças cardíacas em aplicações do tipo *holter*
- Correta marcação de frequência cardíaca para Monitores e Desfibriladores

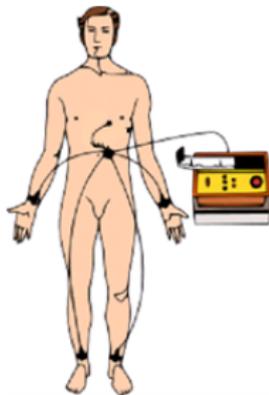
O Eletrocardiograma(ECG)

- O ECG representa a atividade elétrica do coração, registrada por eletrôdos posicionados em pontos específicos do corpo de uma pessoa.

Estímulos elétricos no coração



Eletrodos



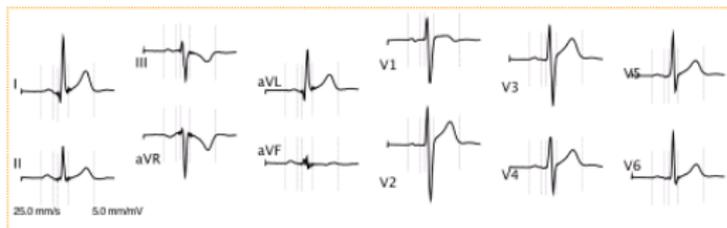
(a) 5 eletrodos



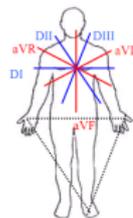
(b) Eletrodo 3M

Derivações

- Visões diferentes do sinal de ECG de acordo com os eletrodos escolhidos



(c)

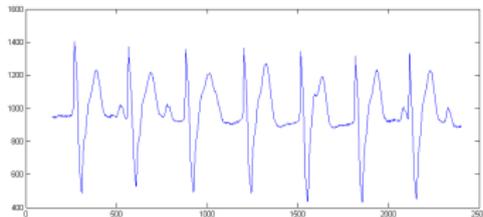


(d)

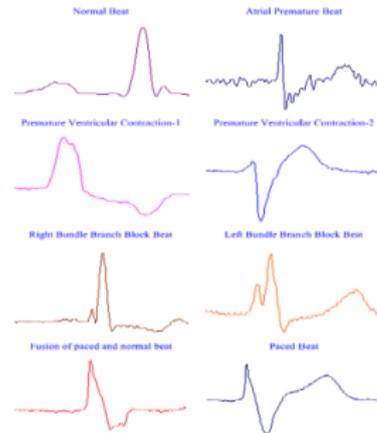
Arritmias

- Um único batimento cardíaco irregular
- Conjunto irregular de batimentos
- Podemos ter vários tipos de arritmias
 - Taquicardia
 - Bradicardia
 - Assitolia
 - R-sobre-T
 - Bigeminismo
 - Trigeminismo
 - PVC
 - APB

Arritmias: Exemplo de morfologia

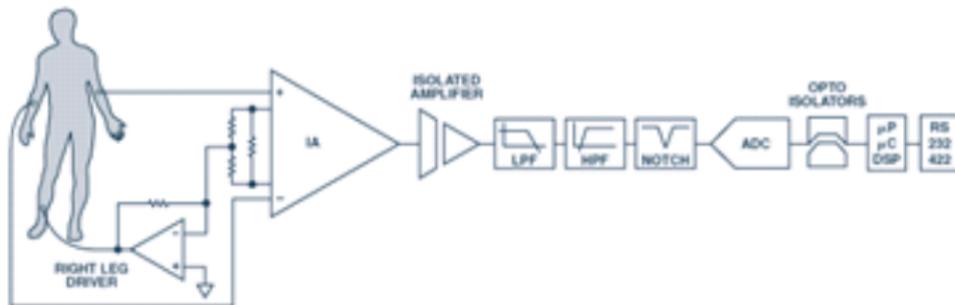


(e) Sinal Real



(f) Tipos de arritmias

Esquema de aquisição

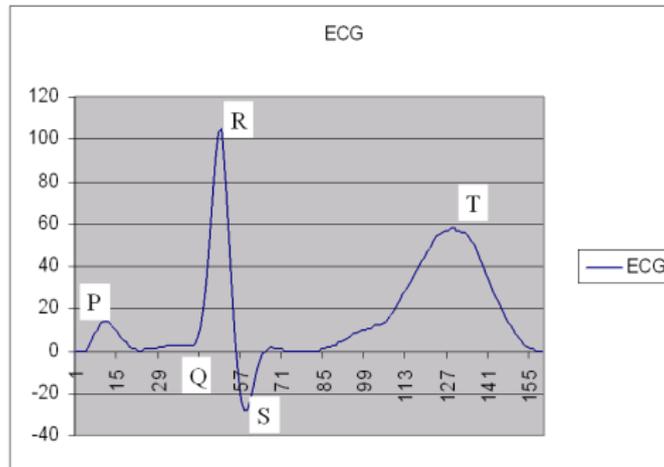


(g)

Sinal amostrado

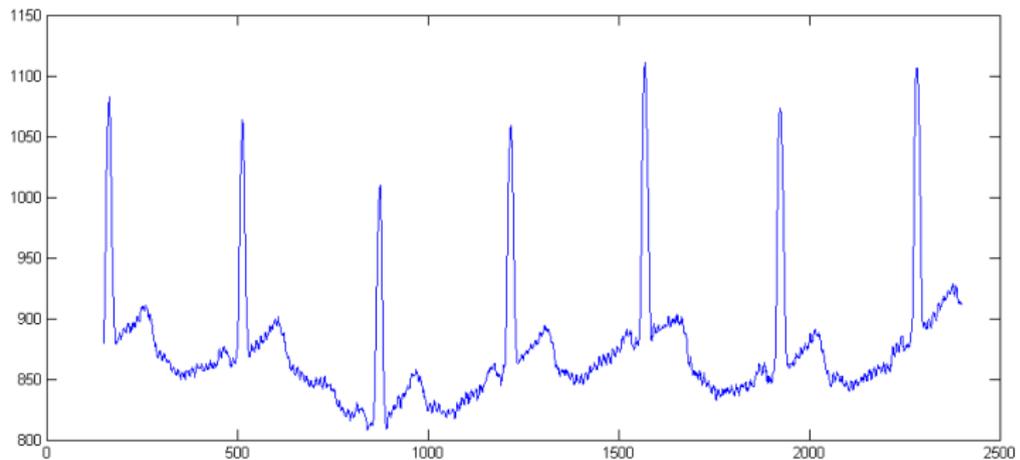
0 0 0 0 2 5 8 10 13 14 14 14 12 11 9 7 5 4 2 1 1 0 0 1 1 1 1 1 2 2
2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 6 11 20 33 51 72 91 103 105 96 77 53 27 5
-11 -23 -28 -28 -23 -17 -10 -5 -1 0 1 2 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 6 7 8 8 9 10 10 11 11 12 12 12 13 14 16 18
20 22 24 27 29 31 34 37 39 42 44 47 49 52 54 55 56 57 57 58 58
57 57 56 56 54 52 50 47 43 40 36 33 29 26 23 20 17 14 12 10 8 7
5 3 2 1 1 0 0 0 0 0 0 2 5 8 10 13 14 14 14 12 11 9 7 5 4 2 1 1 0
0 1 1 1 1 1 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 6 11 20 33 51 72 91 103 105
96 77 53 27 5 -11 -23 -28 -28 -23 -17 -10 -5 -1 0 1 2 1 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 6 7 8 8 9 10 10 11 11 12 12 12
13 14 16 18 20 22 24 27 29 31 34 37 39 42 44 47 49 52 54 55 56
57 57 58 58 57 57 56 56 54 52 50 47 43 40 36 33 29 26 23 20 17
14 10 10 0 7 5 2 0 1 1 0 0 0

Plotando o Sinal



(h)

Sinal Real



Filtros Digitais

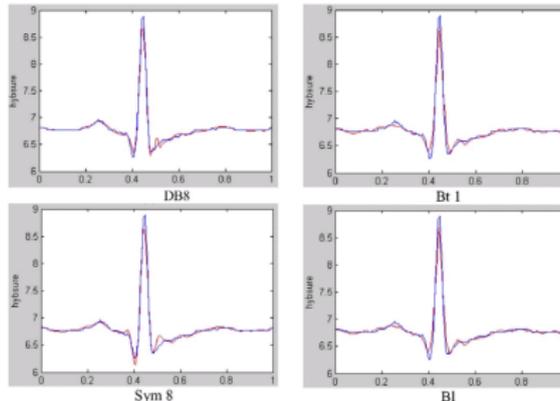
- Consegue-se facilmente implementar filtros de ordem elevada

$$y(n) = \sum_{i=1}^P h_i x(n - i) \quad (1)$$

- Exemplos de filtros digitais utilizados:
 - Filtros digitais recursivos de resposta ao impulso finita(FIR)
 - Filtros adaptativos
 - Filtros adaptativos baseados em redes neuronais

Transformada *Wavelet*(WT)

- Métodos baseados em WT são mais eficientes
- Auxiliam na preservação de informações fisiológicas do sinal
- Muito utilizado para compressão do sinal



Métodos Para Detecção do QRS: Limiar de detecção

- Técnicas baseadas em filtros digitais, realce do complexo QRS e limiar de detecção

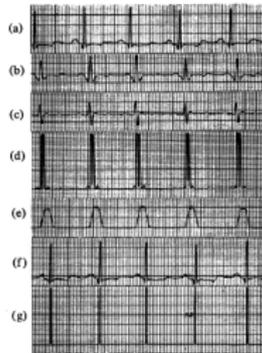


Fig. 1. QRS detection algorithm processing steps for a normal ECG from the MIT/BIH database. (a) Original signal. (b) Output of bandpass filter. (c) Output of differentiator. (d) Output of squaring process. (e) Results of moving-window integration. (f) Original ECG signal delayed by the total processing time. (g) Output pulse stream.

Métodos Para Detecção do QRS

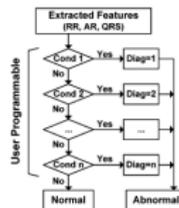
- Algoritmos genéticos
- Redes neuronais
- Baseados em transformadas *wavelet*
- SVM

Extração de Características

- Características extraídas no domínio do tempo, como intervalo RR, amplitude do sinal.
- Características extraídas no domínio da frequência (*wavelet* e *fourier*).
- Métodos estatísticos (PCA)

Classificação por conjunto de regras

Arrhythmia Name	Numerical Conditions
Bradycardia	$RR_i > 1.5s, AR_i > 1.2s$
Tachycardia	$AR_i < 0.5s$
Asystole	No QRS $> 1.6s$
Skipped Beat	$RR_i > 1.9AR_i$
R-on-T	$RR_i < 0.33AR_i$
Bigeminy	$RR_{i+1} < 0.9AR_i, RR_{i+2} < 0.9AR_i$ $RR_{i+1} + RR_{i+2} = 2AR_i$ $RR_{i+1} + RR_{i+2} = 2AR_{i+1}$
Trigeminy	$RR_{i+2} < 0.9AR_i, RR_{i+3} < 0.9AR_i$ $RR_{i+2} + RR_{i+3} + RR_{i+4} = 2AR_i$
PVC	$RR_{i+1} < 0.9AR_i, RR_{i+1} + RR_{i+2} = 2AR_i$ <i>Wider QRS Opposite T</i>
APB	$RR_{i+1} < 0.9AR_i, RR_{i+1} + RR_{i+2} = 2AR_i$



(1)

ARTMAP-FUZZY (1)

- Linear Predictive Coding (LPC)
- Suavização da sinal com filtro passa banda (0.1 - 100 Hz)

$$\hat{y}_n = \sum_{k=1}^p a_k y_{n-k} + e_n \quad (2)$$

- Os valores de a_k são os valores dos coeficientes do LPC and são derivados da média quadrática dos valores complexos do QRS
- Estabilidade (plasticidade)
- ART vs Back-propagation (MLP).

ARTMAP-FUZZY (2)

■ ART 1

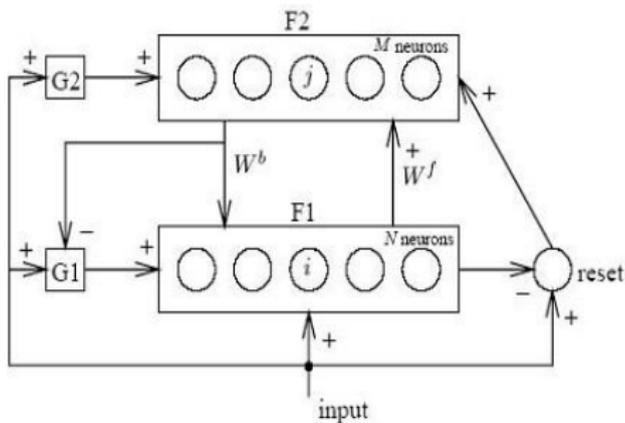


Figura: ART

SVM (1)

- Linear Discriminal Analysis(LDA) e o classificador SVM
- Suavizamento utilizando Wavelet
- As características são extraídas pelo RR e a morfologia

Base de Dados

- Banco de dados de arritmia do MIT-BIH
- *Common Standards for Electrocardiography*(CSE)
- *American Heart Association* (AHA)
- Sociedade europeia de cardiologia (ESC)ST-T

MIT-BIH

- Contém 48 registros de ECG de 30 minutos
- Amostrados a uma frequência de 360Hz
- Resolução de 11 bits para uma faixa de 10mV
- Ao todo, o banco tem 116.137 batimentos

Considerações Finais

- Falta de padrão para teste, treino e validação do algoritmo.
- Pouca preocupação com custo computacional.