ESTABELECIMENTO DE PADRÃO EM SINAL DE ELETROCARDIOGRAMA PARA PREDIÇÃO DE ARRITMIA CARDÍACA

Rafael Gaviolli, *Aldo Artur Belardi*
Centro Universitário da FEI
gaviolli90@gmail.com, belardi@fei.edu.br

Resumo: Este estudo prevê o auxílio aos cardiologistas, facilitando a estes profissionais a percepção e diagnóstico de arritmias cardíacas, o que fará com que o tratamento seja iniciado mais rapidamente e com mais efetividade.

1. Introdução

O eletrocardiograma (ECG) é um exame de saúde para monitorar a frequência cardíaca e as ondas elétricas, com o principal objetivo de diagnosticar o enfarto do miocárdio. É realizado com auxílio do registro dos fenômenos elétricos do coração, através do aparelho eletrocardiógrafo

O ECG apresenta algumas dificuldades, como variação morfológica de suas ondas e cujos resultados são fortemente influenciados pela presença de ruídos. Para auxiliar a leitura do resultado do exame, e garantir um resultado satisfatório ao paciente, a proposta é utilizar a transformada wavelets.

A transformada wavelets é uma função que proporciona uma decomposição do sinal estudado, na qual se pode "limpar" os ruídos do mesmo e separar componentes do sinal. Neste estudo o método de separação será utilizado também para obter coeficientes comuns em todos os exames e, posteriormente, empregado no estudo estatístico, que complementa a pesquisa.

O estudo, resumidamente, visa identificar coeficientes comuns entre os exames ECG por meio das transformadas wavelets e, através de métodos estatísticos, busca-se comparar exames normais e com exames realizados em pacientes que apresentam arritmia, fazendo uma análise de possíveis divergências entre eles.

2. Coração

O coração é o principal órgão do sistema circulatório, responsável pelo bombeamento de sangue por todo o corpo. Para desempenhar esta função o coração é constituído basicamente por um esqueleto fibroso, quatro válvulas, quatro câmaras, miocárdio, circulação coronária e estruturas nervosas.

O fluxo de condução cardíaco inicia-se a partir do nodo sinusal, onde é gerado o passo natural do coração. O impulso cardíaco se propaga pelos feixes intermodais e ativa os átrios. Este chega à junção atrioventricular onde sofre um alentecimento, alcança o feixe de HIS, desce pelos ramos e segue o sistema de Purkinje para ativar a musculatura ventricular

O coração possui ainda válvulas que determinam a direção e sentido do sangue, tanto em seu interior quanto seu encaminhamento. A válvula aórtica e a válvula pulmonar, denominadas como válvulas semilunares, estão situadas entre os ventrículos e as grandes artérias

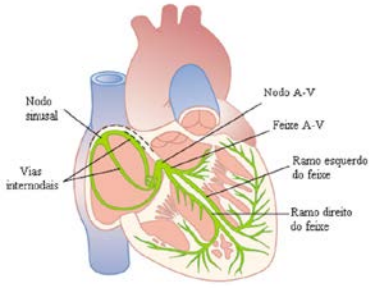

Figura 1: **Sistema de condução do coração**

A válvula mitral e a válvula tricúspide, denominadas como válvulas atrioventriculares, não permitem o refluxo de sangue dos ventrículos para os átrios, no momento em que os ventrículos se encontram em contração para ejetar o sangue para os grandes vasos.

Os movimentos cardíacos geram ondas elétricas, capazes de serem capitadas pelo eletrocardiograma.

2.1. Eletrocardiograma

O eletrocardiograma (ECG) é o registro dos fenômenos elétricos que se originam durante a atividade cardíaca.

Este exame é constituído pela onda "P", complexo "QRS" e onda "T". A onda "P" representa a despolarização atrial. Em seguida surge o complexo "QRS", o qual consiste a despolarização ventricular; Já a onda "T" é o resultado da repolarização ventricular, com início do relaxamento muscular.

Na figura 2 é apresentada a composição elétrica de cada parte do coração e suas respectivas influencias na formação do ECG. Com o conhecimento da sua composição é possível identificar com maior precisão onde ocorre a disfunção.

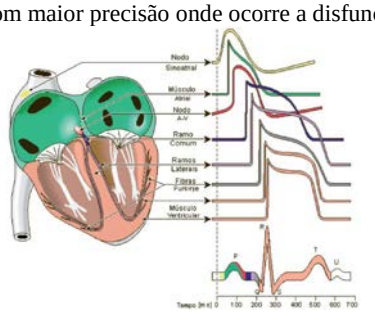

Figura 2: **Influência de cada parte do coração para estabelecimento do ECG.**

Figura 3: **Exame ECG e seus respectivos pontos notáveis.**

A figura 3 traz cada um dos intervalos que compõe o ECG e, particularmente, o intervalo "RR". Este é o responsável pelo ritmo cardíaco, ou seja, o tempo deste intervalo representa um batimento cardíaco.

2.2. Arritmia Cardíaca

Arritmia cardíaca é uma disfunção no ritmo do batimento cardíaco. Nem sempre uma arritmia apresenta riscos ao paciente, mas quando esta afeta o processo de bombeamento do coração pode causar enjoo, vertigem e desmaios.

As arritmias são causadas por problemas com o sistema elétrico de condução do coração. Estas podem ser geradas na parte de cima do coração, ou seja, nos átrios, ou na parte de baixo, os ventrículos.

O ritmo cardíaco normal é entre 60 e 100 batimentos cardíacos por minuto. O estímulo normal do batimento cardíaco é gerado no átrio esquerdo. Em algumas arritmias, esses estímulos são gerados em excesso ou em menor número, em outras, o estímulo surge em algum outro lugar nos átrios,

levando a ocorrência de arritmias atriais. Estas têm menos chance de trazer riscos à vida. Já as arritmias ventriculares são mais perigosas, podendo trazer traumas sérios ou até falecimento. Devido aos ventrículos não bombearem o sangue corretamente para o corpo, seja ele por taquicardia ou bradicardia, o coração pode ter seu funcionamento severamente danificado por estes serem as partes onde há maior concentração de esforço.

O tratamento é necessário quando há aumento da probabilidade de desenvolver complicações como insuficiência cardíaca ou ataque cardíaco súbito. Na maioria das vezes essas arritmias mais graves são decorrentes de alguma doença coronariana.

3. Wavelets

As wavelets são funções matemáticas utilizadas em sinais aperiódicos, que apresentem descontinuidades e picos suaves. As Wavelets permitem a análise da função em relação ao tempo. A transformada wavelet permite compor um sinal em diferentes componentes de frequência. Esta ferramenta permite, assim, estudar cada componente separadamente em sua escala correspondente e visualizar em que momento as frequências ocorrem.

A transformada Wavelet pode ser defina conforme a equação 3.1.

$$W_{(a,b)} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) * \psi^*_{a,b}(t)dt \quad (3.1)$$

A wavelet de Haar usa pulsos quadrados para aproximar a função original, como observado na figura 7. É descrita pela função $\psi(t)$, definida na equação 3.3

$$\psi(t) = \varphi(2t) - \varphi(2t-1) \quad (3.2)$$

Como solução para esta equação obtém-se a relação:

$$\psi(t) \begin{cases} 1 \text{ para } 0 \le t < \frac{1}{2} \\ -1 \text{ para } \frac{1}{2} \le t < 1 \\ 0 \text{ se caso contrário} \end{cases}$$

Com esta solução, se dá uma limpeza ao sinal, removendo-lhe ruídos desagradáveis à análise e gera um sinal o mais próximo possível do original, ou seja, sem perder a base de dados. A figura 4 traz uma representação da resposta de transformada Wavelet com funções de Haar de um sinal genérico.

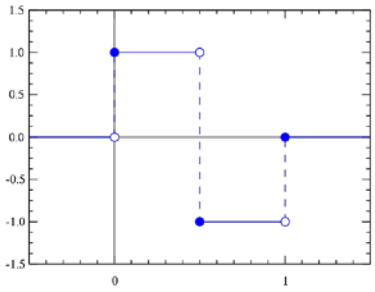

Figura 4: **Exemplo de resposta da Transformada Wavelet com função Haar.**

O estudo será baseado em um banco de dados da Physionet, que está alojado no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Este banco de dados é disponibilizado gratuitamente e digitalmente.

5. Referências

[1] Bueno, Nina Maria. **Classificação Automática de Cardiopatias Baseada em Eletrocardiograma.** Dissertação de Mestrado em Ciências. Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2006.

[2] CAMINHOS DA CARDIOLOGIA - Willem Einthoven de um começo árduo ao prêmio Nobel – Sociedade Brasileira de Cardiologia – disponível em publicacoes.cardiol.br/caminhos/015/default.asp – acesso em 02.09.2012.

[3] Castelano, Célio Ricardo. **Estudo Comparativo da Transformada Wavelet no Reconhecimenbto de Padrões da Íris Humana.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. USP: São Carlos, 2006.

[4] COOPER, D.R. & SCHINDLER, P.S. Métodos de pesquisa em administração. 7.ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

[5] Copacabana Runners: Arritmia Cardíaca: O que é, Causas, Sintomas e Tratamento - Disponível em: http://www.copacabanarunners.net/arritmia-cardiaca.html - Acesso em 11.01.2013

[6] Lima, Paulo Cupertino de. **Wavelets: Uma introdução.** Dissertação de Mestrado em Matemática. UFMG: Minas Gerais, 2003.

[7] MALHOTRA, Naresh K. Pesquisa aplicada: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

[8] Manzan, William Alexandre. **Utilização das Transformadas Wavelets na Extração de Características e no Reconhecimento de Padrão em um Sinal de ECG.** Dissertação de Mestrado em Ciências da Computação. Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2006.

[9] Minha vida: Saúde, Alimentação e Bem-Estar. **Tudo sobre arritmia.** - Disponível em: http://www.minhavida.com.br/saude/temas/arritmia - Acesso em 11.01.2013

[10] Müller, Daniel Nehme. **Introdução ao Processamento Digital de Sinais.** Relatório de Projeto: Transformada Wavelet. 2000.

[11] Oliveira, Karen França de. **Análise da Transformada Wavelet Direcional Adaptativa na Codificação de Imagens.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações. Universidade de Brasília: Brasília, 2009.

[12] Physionet. PhysioBank. **MIT-BIH Arrhythmia Database**. Disponível em: http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb. - acesso em: xx.xx.xxxx

[13] Physionet. PhysioToolkit. **WFDB Toolbox for Matlab**. Disponível em: http://www.physionet.org/physiotools/matlab/. - acesso em: xx.xx.xxxx

[14] Ramos, Angela Patrícia; Sousa, Bolivar Saldanha. **Eletrocardiograma: Princípios, Conceitos e Aplicações:** Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício, 2007.

[15] Resende, Laíse Oliveira. **Análise Quantitativa do Eletrocardiograma Normal e Isquêmico Para o Desenvolvimento de um Escore Preditor da Área Miocárdica em Risco de Necrose.** Dissertação de Mestrado em Ciências. Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2011.

[16] Ricciotti, Antonio Carlos Duarte. **Utilização de Wavelets no Processamento de Sinais EMG.** Dissertação de Mestrado em Ciências. Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2006.

[17] Sanches, Ionildo José. **Compreensão sem Perdas de Projeções de Tomografia Computadorizada Usando a Transformada Wavelet.** Dissertação de Mestrado. UTFPR: Paraná, 2003.

[18] Scanavacca, Maurício Ibrahim. et al. **Sociedade Brasileira de Cardiologia**: Diretrizes para Avaliação e Tratamento de Pacientes com Arritmias Cardíacas. Arq. Bras. Cardiol., Vol 79, 2002.

[19] Tipos de Arritmias Cardíacas - Disponível em: http://www.sempretops.com/saude/tipos-de-arritmias-cardiacas/ - Acesso em 11.01.2013.

[20] Transformada Wavelet – Revista electrónica de visualização, **Sistemas Interativos e Reconhecimento de Padrões** – Disponível em http://virtual.inesc.pt/8epcg/actas/c22/Secao2.htm – acesso em 30.10.2012.