

ANÁLISE DE BULHAS CARDÍACAS USANDO WAVELETS E DESVIO PADRÃO VISANDO AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO MÉDICO

I. S. G. Brites* e N.Oki*

*Departamento de Engenharia Elétrica/ Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil
e-mail: ivobrites@yahoo.com.br

Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar um método de análise de bulhas cardíacas (sons produzidos pelo fechamento das válvulas do coração) usando Transformada Discreta de *Wavelet*. Neste trabalho os sons produzidos pelas bulhas cardíacas, gravadas em um arquivo digital, foram processadas através da Transformada Discreta de *Wavelet* nível 6 da 7 de Daubechies e feita uma análise do seu desvio padrão. Utilizando-se como métrica o desvio padrão, pode-se analisar os sinais normais e anormais, obtendo-se um limiar que permite a classificação destes sinais. O índice de acerto foi da ordem de 95,71% em um banco de dados composto de 70 amostras.

Palavras-chave: Classificação de sinal, Transformada Discreta de *Wavelet*, *Wavelet* Daubechies, Banco de dados.

Abstract: *This paper aims to present a proposal for analyzing heart sounds (sounds produced by the closing of the heart valves) using Discrete Wavelet Transform. In this work the heart sounds recorded on a digital file, were processed by Daubechies Discrete Wavelet Transform level 6 db7 and made an analysis of its standard deviation. Using With the metric standard deviation as a metric, a threshold level could be find to separate the signal in normal and abnormal. Applying this methodology to 70 samples database an accuracy of 95.71% was obtained. applied classification of normal and abnormal findings on a database of 70 samples yielded an accuracy of about 95.71%.*

Keywords: *Classification of signals, Transform discrete wavelet, Wavelet Daubechies. Database.*

Introdução

As políticas públicas utilizadas na área da saúde no Brasil são organizadas em atenção primária a saúde (atenção básica), média complexidade e alta complexidade. Através destes três níveis, é possível usar diversas métricas na avaliação dos gastos públicos em saúde. Neste sentido, considerar recursos em atenção básica à saúde traz benefícios, tanto na prevenção de doenças, como na “economia” no erário público. O escopo principal desta modalidade de atendimento à saúde é vinculado ao desenvolvimento social e a universalização do seu acesso pela comunidade em geral.

Portanto, é o primeiro nível de contato da população com o sistema de saúde, que no Brasil ocorre em muitos casos pelos PSFs (Posto de Saúde da Família). A visão principal do PSF é estabelecer um processo continuado de atenção à saúde.

Dentre os exames não invasivos, utilizados na atenção básica, o diagnóstico ou triagem pelos “sons” do coração (fonocardiograma), tem sido utilizado desde os anos 460 a.C na Grécia[1]. Auscultação cardíaca se constitui em um método de baixo custo em diagnósticos. Durante as últimas décadas, a evolução de computadores e a sua introdução na prática clínica levaram a novas técnicas de análise do sinal, e vem substituindo à auscultação cardíaca por modernas técnicas de imagiologia para diagnóstico cardiovascular, embora a auscultação cardíaca ainda seja amplamente utilizada como uma técnica de triagem.

Conforme conceitos da atenção básica à saúde citados, a utilização de tecnologia e métodos científicos de baixo custo de interesse para a sociedade. A criação destes dispositivos ou sistemas e sua disponibilização aos agentes de saúde e aos médicos, quando idealizados para servirem como ferramentas auxiliares na identificação de patologias, podem acelerar o diagnóstico, facilitando principalmente a triagem e encaminhamentos aos exames de maior complexidade. Logo, o presente artigo tem como objetivo a classificação das bulhas cardíacas (sinais sonoros do coração) em normais ou anormais por meio das transformadas de *wavelet* e desvio padrão visando auxiliar no diagnóstico médico.

Materiais e métodos

Foi utilizado um banco de dados disponível na Internet [2] e outros disponibilizados por Mason[3] e Fatemian[4]. Este banco de dados foi constituído em arquivos WAV.

O banco de dados foi composto de 70 amostras, onde 61 delas de pessoas com diferentes patologias e 9 de pessoas sãs [4].

A dificuldade na obtenção de dados, gerou um banco de dados de tamanho reduzido, sem uma diversidade de sinais para uma dada patologia, por isso optou-se no trabalho, por analisar os sinais classificando-os em somente duas categorias, normais e anormais.

Os arquivos de áudio dos sinais cardíacos foram convertidos em vetores numéricos pelo software

MatLab. O objetivo foi melhorar a manipulação dos dados existentes nos sinais sonoros.

A partir dos vetores numéricos, utilizando-se o conceito de decomposição do sinal existente na transformada discreta de *wavelet*[5], onde pode-se inferir o nível de decomposição necessário para que o sinal sonoro do coração com relação as bulhas seja melhor representado[6]. Partindo-se de uma taxa de amostragem de 8 kHz de aquisição do sinal; o primeiro nível de decomposição reduzirá a amostragem para 4 kHz; o segundo nível de decomposição reduzirá a amostragem para 2 kHz; o terceiro nível de decomposição para 1 kHz; o quarto nível de decomposição para 500Hz; o quinto nível para 250Hz; e o sexto nível para 125Hz [7]. Assim, o sexto nível de decomposição deve ser o mais adequado para representar as bulhas do coração.

O sinal cardíaco utilizado nesta pesquisa foi decomposto em frequências de amostragem menores, e por esta motivo foi utilizado a transformada discreta de *wavelet*. Para ilustrar como ocorre a decomposição em coeficientes Ampliados (cA1, cA2, cA3,...) e coeficientes Detalhes (cD1, cD2, cD3,...) do sinal, conforme a Figura 1.

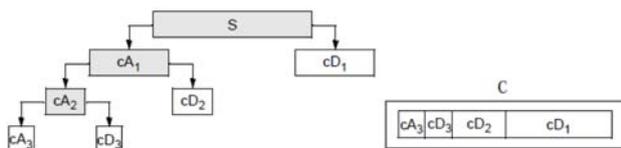


Figura 1: Diagrama da decomposição via *wavelet*.

Esta decomposição ocorreu conforme equação matemática a seguir:

$$\Psi_{m,n}(t) = \frac{1}{\sqrt{a_0^m}} \Psi\left(\frac{t-nb_0a_0^m}{a_0^m}\right) \quad a_0 > 1; b_0 > 0 \quad (1)$$

Sobre o sinal decomposto pela transformada *wavelet* foram obtidos o desvio padrão por meio de software desenvolvido em *Object Pascal*.

Para calcular o desvio padrão tem-se a expressão,

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

onde \bar{x} é a média da amostra; N é número total de amostras .

O cálculo da média foi efetuado pela expressão,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (3)$$

onde x_i são os valores das amostras; N é o número total de amostras.

Resultados

O gráfico (Figura 2) a seguir demonstra o desvio padrão do vetor gerado pela reconstrução do sinal através da *wavelet* db7 nível 6. Para melhorar a diferenciação do sinal normal do anormal foi usado o logaritmo na base 10 sobre os valores do calculados.

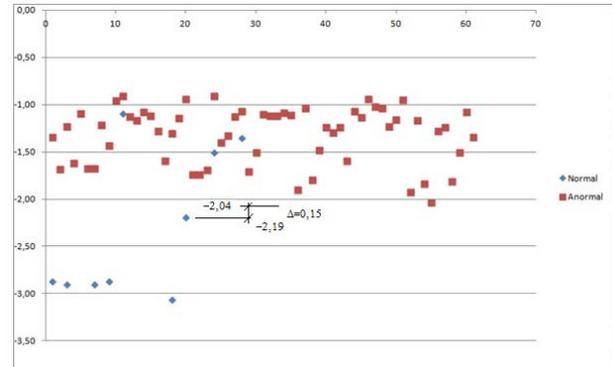


Figura 2: Gráfico do desvio padrão da reconstrução do sinal pela *wavelet* db7 nível 6 com 70 amostras.

Para o sexto nível da db7 de Daubechies[8] tem-se 0,009220 (-2,04) para o menor valor anormal que pode ser separado e 0,006425 (-2,19) para o maior valor normal que pode ser separado, resultando no intervalo de 0,002795 (0,15). Os valores entre parênteses correspondem ao logaritmo na base 10 dos valores, que são mostrados na Figura 2.

Calculando-se o percentual de acerto, tem-se que para ambos os casos, considerando um limiar de separação entre o menor valor anormal que pode ser separado e o maior valor normal que pode ser separado, obtêm-se um acerto de 95,71%. Acerto de 66 casos em 70 amostras.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos com o banco de dados de 10 amostras, usando como métrica o desvio padrão, sobre o sexto nível da db7 de Daubechies.

Tabela 1: Resultados Obtidos com 10 amostras.

Nr	Descrição	Classificação	Desvio Padrão
1	e0000317	Normal	0,001367
2	e00007ad	Normal	0,001266
3	e000095c	Normal	0,001266
4	e0000cf0	Normal	0,001367
5	NL_Normal	Normal	0,081501
6	normal-dundee-8K	Normal	0,000860
7	CDI_No04_01_N_8000-8K	Normal	0,006445
8	CDI_No07_01_N_8000-8K	Normal	0,031216
9	CDI_No10_01_N_8000-8K	Normal	0,044434
10	AG_Anormal	Anormal	0,045684

Discussão

Neste trabalho foi analisada uma base de dados de sons do coração ou bulhas cardíacas, em um total de 70 amostras, visando a aplicação de um método de classificação de forma a separar os casos normais dos com patologias. Dentre essas amostras foram obtidas na seguinte separação: sendo 61 amostras com patologias e 9 sem patologias.

A quantidade de amostras no banco de dados apresentou-se satisfatória.

Conclusão

A análise das 70 amostras usando o desvio padrão apresentou um acerto de 95,71% para o sexto nível da db7 de Daubechies. A faixa é de 0,002795 (0,15) para o sexto nível da db7. Os valores entre parênteses são as diferenças dos logaritmos na base 10.

Uma característica importante na análise desenvolvida neste artigo foi o processamento direto do sinal sonoro do coração, sem necessidade de um processamento prévio, como a segmentação, que normalmente é utilizado em análises deste tipo. Esta é uma vantagem visto que o processo de segmentação nem sempre é correto e é de difícil determinação [9].

Sugere-se ainda para trabalhos futuros o desenvolvimento de um sistema utilizando um rede neural artificial para classificação de diversas formas de patologias.

Agradecimentos

Agradecimentos a Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso pela licença em meu expediente para desenvolver esta pesquisa.

Referências

- [1] Martínez-Cabeza de Vaca Alajarín, J. C. Contribuciones al desarrollo de un sistema electrónico de ayuda al telediagnóstico de enfermedades cardiovasculares basado en el análisis de fonocardiogramas. 2006. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 2006.
- [2] Heart Sound. Banco de dados. [internet]. 2014Mar [cited 2014Mar9]; S.l.: s.n., 200-. Available from:<http://egeneralmedical.com/listohearmur.html>.
- [3] Mason, D. Listening to the heart: heart sounds and murmurs. Philadelphia: Smith-Edwards-Dunlap, 1994. 154 p.
- [4] Fatemian, Z. S.; Agrafioti F.; Hatzinakos D. Combined ECG and PCG. heartID: cardiac biometric recognition. In: IEEE International Conference On Biometrics: Theory, Applications And Systems - Btas, 4., 2010. Washington. Proceedings... Washington: [s.n.], 2010. p.1-5.
- [5] Addison, P. S. The illustrated wavelet transform handbook: introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance. London: Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 2002. 362 p.
- [6] Debbal, S. M.; Berekci-Reguig, F. Analysis and study of the variation of splitting in the second heartbeat sound of wavelet transform. Journal of Medical Engineering & Technology, London, v. 30, n. 5, p. 298-305, 2006.
- [7] Chebal, J.; AL-Nabulsi, J. Classification of heart sound signals using discrete wavelet analysis. International Journal of Soft Computing, Faisalabad, v. 2, n. 1, p. 37-41, 2007.
- [8] Daubechies, I. Tens lectures on wavelets. Philadelphia: Society for Industrial Applied Mathematics, 1992. 341 p.
- [9] Yuenyong, S.; Nishihara, A.; Kongprawechnon, W.; Tungpimolrut, K. A framework for automatic heart sound analysis without segmentation. BioMedical Engineering OnLine, [internet]. 2014 Mar [cited 2014 Mar 14]; Thailand, v. 10, n.1, 2011. Available from: <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/10/1/13>.