

Análise wavelet de fonocardiogramas

M.N. Souza^{1,2} e F.J. Tavares¹

¹ Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ
Cx. Postal 68510, CEP 21945-970 - Rio de Janeiro - RJ
E-mail: souza@serv.peb.ufrj.br

² Departamento de Engenharia Eletrônica - E.E./UFRJ

Resumo: Este trabalho faz parte da investigação da aplicação de algumas técnicas de processamento de sinais, quais sejam análise “wavelet”, escalogramas e redes neurais, aos sinais fonocardiográficos, visando à classificação automática de patologias cardiovasculares. Obtivemos resultados preliminares que sugerem investigação mais minuciosa do uso da “wavelet auditiva” na análise desses sinais.

Abstract: This work addresses the application of some signal processing techniques; namely wavelet analysis, scalograms and neural networks, to phonocardiographic signals, aiming the automatic classification of cardiovascular diseases. We obtained preliminary results pointing to more careful investigation on the use of the “auditory wavelet” for the analysis of those signals.

Introdução

A técnica de auscultação é utilizada há séculos na medicina e representa um primeiro método de diagnóstico para algumas patologias cardíacas. Além disto, é largamente usada durante a formação de profissionais de saúde, que aprendem a associar os sons cardíacos e suas variações a certas patologias.

A fonocardiografia (registro gráfico dos sons cardíacos) veio introduzir, na década de 60, uma nova dimensão, quantitativa e visual, a este tipo de técnica de diagnóstico. Entretanto, com o aparecimento de técnicas mais recentes, tais como a ecocardiografia, esta metodologia foi olvidada, sem investigação mais profunda da sua conjugação com novas técnicas de processamento de sinais e o impacto dos novos recursos computacionais.

Este trabalho objetiva a investigação da aplicação de algumas novas técnicas de processamento de sinais, em especial análise “wavelet”, escalogramas e redes neurais, aos sinais fonocardiográficos, tendo como meta final a classificação automática de algumas patologias cardiovasculares.

Serão apresentados os primeiros resultados da aplicação de uma nova “wavelet”, baseada na fisiologia do sistema auditivo (M.N. Souza e L.P. Calôba¹), a sinais fonocardiográficos e uma discussão sobre o potencial dessa técnica como etapa de pré-processamento num sistema automático de classificação de patologias.

Metodologia

Além de ser uma técnica diagnóstica de custo relativamente baixo, a fonocardiografia possui três características básicas (Morton²): serve como instrumento de ensino para o treinamento da visão, audição e tato de profissionais de saúde; fornece informações hemodinâmicas não obtíveis apenas por exame físico; e fornece um registro permanente de eventos para posterior comparação.

As técnicas de análise dos dados fonocardiográficos estão baseadas na observação de ocorrências temporais de certos eventos característicos (que podem ser interpretados no domínio do tempo ou da frequência).

A transformada “wavelet” (WT) gera uma representação tempo-frequência que vem sendo bastante utilizada na análise de vários tipos de sinais com composição espectral variante no tempo, tais como sinais de voz, radar e sonar (F. Hlawatsch e G.F. Boudreau-Bartels³). Por esta razão representa uma ferramenta potencialmente interessante para a análise de sinais fonocardiográficos.

Existem várias “wavelets” básicas mencionadas na literatura, cada uma fornecendo uma característica peculiar na análise de determinados sinais. A “wavelet” utilizada neste trabalho será uma wavelet de inspiração biológica, e baseada nas características no sistema auditivo (M.N. Souza e L.P. Calôba¹). Ela pode ser escrita no domínio da frequência como:

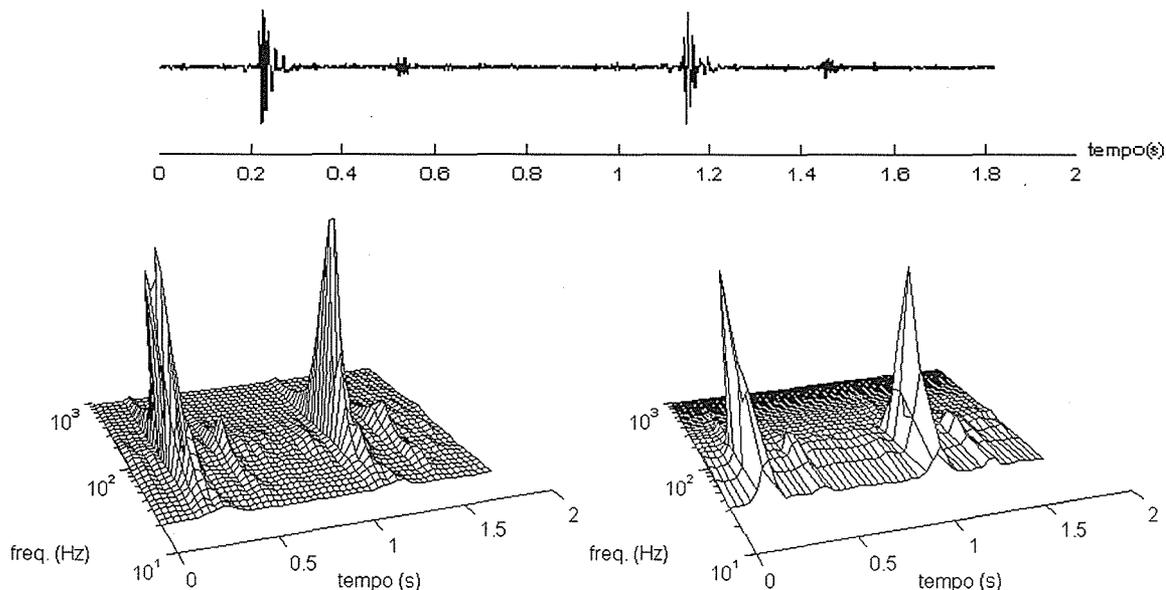


Figura 1. Comparação entre um escalograma (à esquerda) e um espectrograma (à direita) de um sinal fonocardiográfico de um paciente normal (parte superior). (Sinal obtido num MINGOGRAF 62 - Siemens-Elema).

$$\Psi_k(s) = K_h K_g \frac{s^2 + \frac{\omega_{pN}}{Q_b} s}{s^2 + \frac{\omega_{pN}}{Q_p} s + \omega_{pN}^2}$$

$$\prod_{i=1}^m \frac{s^2 + \frac{\omega_z e^{-\alpha i}}{Q_z} s + (\omega_z e^{-\alpha i})^2}{s^2 + \frac{\omega_{pN} e^{-\alpha i}}{Q_p} s + (\omega_{pN} e^{-\alpha i})^2}$$

onde ω_p , ω_z , Q_z , Q_b , α , m , K_g e K_h são constantes associadas as características do modelo da cóclea utilizado e $\omega_{pN} = \omega_p e^{-\alpha(k-m-1)}$.

Procurou-se efetuar o estudo da distribuição tempo-frequência obtida com esta "wavelet" (escalograma), comparando-a com a clássica distribuição baseada em análise de Fourier (espectrograma).

Resultados e conclusões

A figura 1 ilustra a comparação entre um escalograma e um espectrograma de um sinal fonocardiográfico de um indivíduo normal. Pode ser observado que o primeiro apresenta uma melhor resolução em baixas frequências que o último. Estes resultados indicam que a utilização da "wavelet" auditiva como pré-processamento para um sistema de classificação de patologias cardiovasculares através de sinais fonocardiográficos poderá resultar em simplificação da tarefa efetuada pelo classificador que será utilizado para tal finalidade.

Referências

- ¹ M.N. SOUZA e L.P. CALÔBA, (1995): 'An Analytical Auditory Wavelet', 13^o SBT, Águas de Lindóia, pp. 690-695
- ² MORTON E. TAVEL, (1972): 'Clinical Phonocardiography and External Pulse Recording', Year Book Medical Publishers, Inc.
- ³ F. HLAWATSCH e G.F. BOUDREAU-BARTELS, (1992): 'Linear and Quadratic Time-Frequency Signal Representations', IEEE ASSP magazine, abril, pp. 21-67