 ISSN 1984-820X

O uso das transformadas Wavelet e de Fourier para reconhecimento de padrões em imagens obtidas por diferentes tipos de microscopia

Aldo Eloizo Job
Departamento de Física, Química e Biologia, FCT, UNESP
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: job@fct.unesp.br

Alexandre Fioravante de Siqueira
Departamento de Física, Química e Biologia, FCT, UNESP
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: siqueiraaf@gmail.com

Messias Meneguette Jr.
Departamento de Matemática, Estatística e Computação, FCT, UNESP
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: messias@fct.unesp.br

RESUMO

O látex, que é obtido da árvore "Hevea brasiliensis" (seringueira) através do processo de sangria, é uma dispersão coloidal de uma substância polimérica em um meio aquoso, que apresenta comportamento visco-elástico, essencialmente composto pelo monômero cis-1,4-isopreno. É constituído aproximadamente de 30-45% em massa de hidrocarbonetos, e os constituintes não-borracha somam 3-5%, dependendo de fatores climáticos, freqüência de sangria e tipo de solo [1].

Neste trabalho temos por objetivo principal analisar imagens obtidas por microscopias de força atômica, varredura e óptica, com o uso de wavelets de diferentes tipos, a saber: Haar, Daubechies e Gabor, assim como transformadas de Fourier. Será também usado reconhecimento de padrões na investigação e estabelecimento de classes para seleção e discriminação das imagens. Aqui se faz necessária também a elaboração de certas padronizações para a comparação das amostras; será preciso desenvolver toda uma metodologia para estas análises e seleções. Ao final estará disponível um software que organiza todo o banco de dados das informações das coleções já existentes, e capaz de fazer comparações e seleção da possível classe que ela deva integrar, dada uma amostra (com o uso de CBIR) [3, 4, 6].

A definição formal da transformada de Fourier de uma função *f(x)* é dada por

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-iux} dx, \tag{1}$$

onde *u* é comumente chamada de variável de frequência.

Da teoria de Fourier sabemos que um sinal pode ser expresso como uma soma, possivelmente infinita, de senos e cossenos. Entretanto, a grande desvantagem desta expansão é que não há resolução de tempo, apenas de freqüência. Isto significa que embora possamos determinar todas as freqüências presentes em um sinal, não sabemos quando elas estão presentes. Para solucionar este problema, nas décadas passadas várias soluções foram desenvolvidas, soluções estas que podem melhor representar um sinal no domínio de tempo e freqüência ao mesmo tempo.

A teoria por trás das wavelets foi estruturada na década de 80, ainda que tivesse sido mencionada por Haar, em 1909. As wavelets de Haar ficaram no anonimato por muitos anos e, por um período muito longo, continuaram a ser a única base ortonormal de wavelets conhecida. Em 1985, Mallat deu às wavelets um grande impulso, através de seu trabalho em processamento digital de imagens. Inspirado neste trabalho, Meyer construiu a primeira wavelet não-trivial (suave). Poucos anos mais tarde, Daubechies [5] usou os trabalhos de Mallat para construir um conjunto de bases ortonormais de wavelets suaves, com suportes compactos. Os trabalhos de Daubechies são os alicerces das aplicações atuais de wavelets.

Por causa de suas propriedades únicas, as wavelets foram utilizadas na Análise Funcional, no estudo de propriedades (multi) fractais, singularidades ou oscilações locais de funções, em soluções de Equações Diferenciais, reconhecimento de padrões, compressão de imagens e sons, processamento de Geometria Digital, na solução de vários problemas de Física, Biologia, Medicina, Astronomia, Engenharia Nuclear, etc.

A Transformada Wavelet Contínua (CWT) de uma série temporal *f* é definida como a transformada dada abaixo,

$$\Phi_f^{\psi}(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(u)\overline{\psi}_{a,b}(u)du ,$$

onde $a > 0, b \in \Re$ e

$$\psi_{a,b}(u) = \frac{1}{\sqrt{a}}\psi\left(\frac{u-b}{a}\right)$$

representa uma família de funções wavelet escolhida, chamada wavelet-mãe. A função ψ, que é a própria wavelet, possui duas propriedades, a saber: a área total sob a curva da função é zero, e a energia da função é finita.

O software que vem sendo desenvolvido pelo estudante tem o propósito de analisar as imagens de látex colhidas por microscopia, a fim de encontrar algum padrão entre imagens da mesma substância, coletadas em tempos diferentes. Para isso são utilizadas as transformadas de Fourier e wavelet, que fornecem coeficientes que identificam a imagem; depois de tal identificação, o programa comporá um vetor chamado de ‘vetor de características’, e serão utilizados algoritmos para o reconhecimento através das características extraídas.

Palavras-chave*: Análise Multiresolução , Transformada de Fourier, Wavelets*

Referências

[1] AGOSTINI, D. L. S., CONSTANTINO, C. J. L., JOB, A. E., "Journal of Thermal Analysis and Calorimetry", v. 91, p. 703-707, 2008.

[2] BRACEWELL, R. N., “The Fourier Transform and its applications”, McGrawHill, 2000.

[3] CASTAÑÓN, C. A. B., “Recuperação de imagens por conteúdo através de análise multiresolução por Wavelets”, Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2003.

[4] CASTELANO, C. R., “Estudo comparativo da Transformada Wavelet no Reconhecimento de Padrões da íris humana”, Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2006.

[5] DAUBECHIES, I., “Ten Lectures on Wavelets”, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, n. 61, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992.

[6] SANTOS, T. B., “Utilização de técnicas baseadas em forma e similaridade para a recuperação em um banco de imagens”, Tese de Mestrado, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, 2007.

[7] WANG, J. Z., "Methodological Review - Wavelets and Imaging Informatics: A Review of the Literature", Journal of Biomedical Informatics, p. 129-141, 2001.