

FÍSICA COMPUTACIONAL APLICADA NA TÉCNICA DE ESQUELETIZAÇÃO

Calheiro, D.S., Sabatini, M.C., Ferreira, B.C.S, Souza, D.R., Meneses, A.A.M.,
Pinheiro, C.J.G.

Departamento de Química e Física, Campus Alegre - Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi aplicar a técnica de esqueletização em imagens virtuais tridimensionais com estruturas complexas. Essa técnica consiste na formação de uma imagem contendo somente um esqueleto da imagem do objeto descartando todos os pontos desnecessários para a formação do mesmo e ao mesmo tempo mantendo sua estrutura intacta, ou seja, todos os pontos da imagem se conectam. Para esquelotonizar as imagens utilizamos o algoritmo de Zhang-Suen que consiste na análise de todos os pixels tentando manter somente os do interior. Ele examina o pixel a ser removido e verifica todos os outros conectados ao mesmo tempo e garante que um pixel removido não ira separar a imagem em duas partes. Para obter as imagens virtuais foi utilizado o software livre ImageJ do National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland. Os resultados mostram que o algoritmo obteve êxito na esqueletização das imagens com estruturas complexas. Tal fato abre novas perspectivas de pesquisa no campo da Física Aplicada.

Palavra-chave: Técnica de Esqueletização.

1. Introdução

No mundo moderno as análises de microestrutura e microarquitetura dos mais diversos materiais se tornaram uma grande aliada na caracterização de metais, rochas, ossos, dentes, alimentos e outros. Esta caracterização pode ser feita com auxílio de diversos tipos de técnicas e análises de quantificação, pré e pós-processamento de imagens, como por exemplo, a esqueletização.

As imagens podem ser descritas como função bidimensional $f(x,y)$. Após ser digitalizada no espaço e na amplitude as imagens estão adequadas ao processamento computacional. A “Amostragem da imagem” é a digitalização das coordenadas espaciais (x,y) e a digitalização da amplitude é chamada “Quantização” em níveis de cinza, intensidade de pixel [1].

O processamento de imagens digitais trabalha com a representação matricial de uma imagem. A figura 1 permite visualizar uma imagem monocromática em forma de matriz $N \times M$ onde N e M valem, respectivamente 10 e 10. Em uma imagem monocromática, o valor $f(x,y)$ de cada *pixel* representa a intensidade luminosa do ponto variando de preto a branco.

Como a representação digital da imagem é própria da computação, o número de intervalos de quantização é normalmente uma potência 2^b , onde b é o número de *bits* de quantização ou profundidade da imagem. Por exemplo, em uma imagem de 8 *bits*, tem-se 2^8 intervalos de quantização, onde a luminosidade varia desde o preto (que recebe o valor 0) até o branco (que corresponde ao valor máximo $2^8-1=255$) [2].

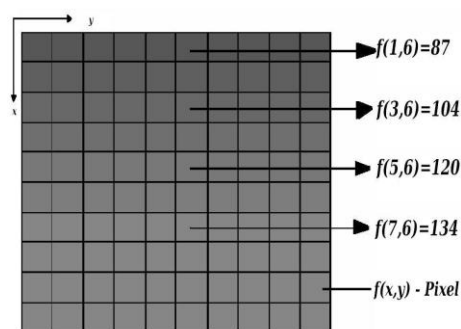


Figura 1 - Representação de pixel

Em uma representação tridimensional (3D) de imagens, situação característica nas análises de imagens tomográficas, o modelo de matriz bidimensional (2D) é substituído pelo modelo de matriz volumétrica onde *pixels* ganham a dimensão de profundidade espacial. Este *pixel* volumétrico recebe o nome de *voxel*. Na tomografia, cada imagem reconstruída é vista como uma coleção de *voxels* cujas dimensões no plano da imagem correspondem às dimensões horizontais dos *pixels* e a profundidade corresponde à espessura da imagem.

A função de imagem f não é mais uma função 2D, tornando-se 3D, $f(x,y,z)$, onde x , y e z são as coordenadas espaciais e f representa a intensidade luminosa desse *voxel*. A abordagem dos elementos de imagem como *pixels* ou *voxels* dependerá do processamento desejado da informação contida no conjunto de dados: se o tratamento for dos planos de imagem individuais, os elementos são tratados como *pixels*; se os mesmos forem analisados como pertencentes a um universo 3D, eles serão tratados como *voxels*. Na figura 2 podemos ver

um *voxel* representa no centro da imagem cercado por *pixels* [1-2].

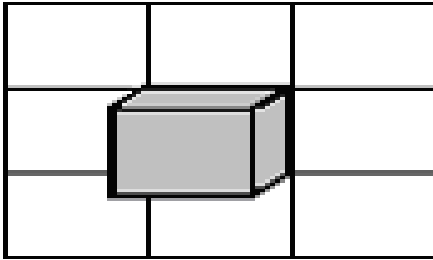


Figura 2 - Representação de um *voxel* cercado por *pixels*.

A técnica de esqueletonização consiste na formação do esqueleto de uma imagem utilizando o processo de afinamento. Este processo ocorre excluindo de forma sucessiva todos os pontos que compõem as camadas da borda da imagem até que se forme o esqueleto da mesma. Vale ressaltar que as características da imagem não são corrompidas, ou seja, a sua estrutura central fica intacta. A exclusão de um ponto dependerá dos pixels ou voxels da vizinhança deste ponto.

Neste trabalho utilizamos imagens virtuais 3D com estruturas complexas, submetendo-as a técnica de esqueletonização com o objetivo de estudar a eficiência desta técnica aplicada diretamente no volume da imagem virtual [3-4].

2. Metodologia

Neste trabalho utilizamos software livre ImageJ, do National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, para desenvolver uma imagem 3D de uma estrutura complexa em forma de tubulação (Figura 3). Após o desenvolvimento desta imagem, a mesma foi processada com a técnica de afinamento (esqueletização), usando o algoritmo Zhang-Suen, com o objetivo de obter o seu esqueleto.

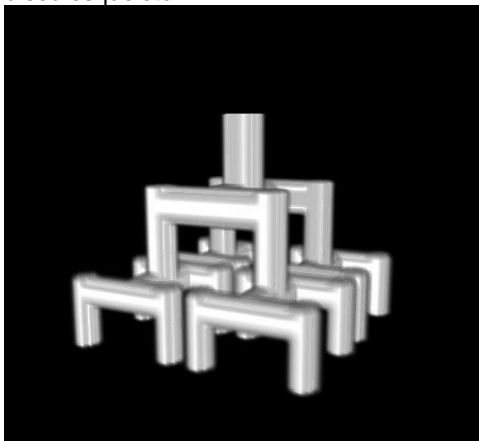


Figura 3 - imagem 3D de uma estrutura complexa em forma de tubulação.

3. Discussão

A imagem em 3D, desenvolvida utilizando o software ImageJ, foi devidamente projetada para que houvesse uma melhor visualização do resultado final do afinamento realizado pelo algoritmo Zhang-Suen [figura 4].

Pode-se afirmar que o algoritmo funciona conforme a expectativa, fazendo o afinamento da imagem e deixando apenas o seu esqueleto. Porém, é possível observar falhas no algoritmo que podem prejudicar a sua utilização em aplicações específicas, como, por exemplo, na área médica.

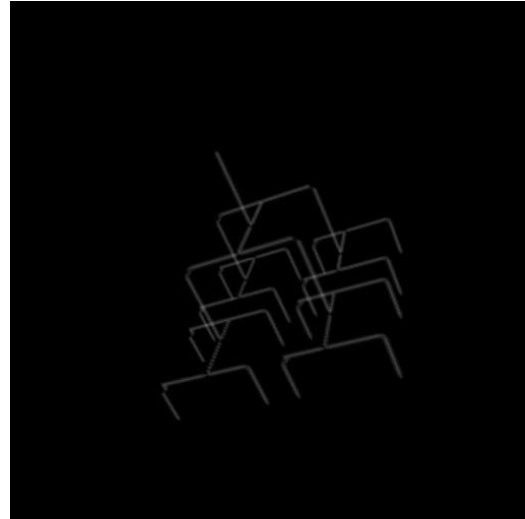


Figura 4 – imagem esqueletizada.

4. Referências

- [1] GONZALES, R. C., Woods, R. E. "Digital Image Processing". Addison-Wesley Publishing Company, INC., 1992.
- [2] PRATT, W. K. "Digital Image Processing" Third Edition John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [3] Blum, H. A transformation for extracting new descriptors of shape. In: Wathen-Dunn, W. Models for the Perception of Speech and Visual Forms. Amsterdam: MIT Press, 1967.
- [4] Bezerra, F. N. Algoritmos de Afinamento de Imagens 3D: Uma análise Teórica e Prática. Mestrado, UNICAMP, 1997.
- [5] ZHANG, T. Y. & Suen, C. Y., "A Fast Parallel Algorithm for Thinning" Digital Patterns, 1984.