

## DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL DE IMAGENS DE SPECT CARDÍACO

**BANDEIRA, Rafael de Leão<sup>1</sup>, OLIVEIRA, Lucas Ferrari<sup>1</sup>.**

*<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Federal de Pelotas  
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900  
{rafaeldeleao , lferrarioliveira}@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O infarto agudo do miocárdio (IAM) é a principal causa de mortes nos países industrializados. Após o IAM, é importante quantificar riscos ao paciente, para tanto, é necessário identificar áreas lesadas.

Os exames de SPECT (Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único) fornecem informações de perfusão do miocárdio. Um processo muito adotado é a comparação visual lado a lado dessas imagens. No entanto, essas imagens são difíceis de serem interpretadas e podem levar a interpretação subjetiva do observador (Slomka, 2001). Além disso, a interpretação de imagens médicas 2D necessita treinamento especial e mesmo profissionais especializados às vezes tem dificuldades de visualizar a anatomia 3D (Lorensen, 1987). A visualização pelo especialista é 2D (em planos), mas ele precisa "enchergar" 3D.

Para quantificar a área lesada pelo infarto, várias técnicas são utilizadas. Dentre elas a reconstrução 3D. Esta técnica mostra-se superior a geração de mapas polares, pois apresenta dados com mais precisão e realismo, sem distorcer a posição espacial da imagem, fornecendo uma visualização precisa da forma, tamanho e localização de anormalidades na perfusão do miocárdio (Faber, 1995).

A aplicação de visualização volumétrica a dados médicos tem o objetivo de gerar imagens tridimensionais a partir de fatias bidimensionais (*slices*) oriundas Tomografia Computadorizada (CT), Ressonância Magnética (MR), Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT), etc. O objetivo da visualização por superfície é auxiliar o profissional a avaliar a complexa anatomia presente nos *slices*, ajudando nas tarefas de interpretação do diagnóstico, decisão terapêutica ou conduta cirúrgica (Paiva et al., 1999).

Porém, os softwares com suporte a esse tipo de trabalho são, em geral, proprietários, com código fonte fechado e com altos preços de licença. Esse trabalho apresenta uma ferramenta computacional livre, que lê imagens do tipo SPECT e faz um reconstrução por superfície dessas imagens permitindo sua visualização de forma interativa.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, os algoritmos de visualização foram desenvolvidos somente para mostrar o interior do volume. Mais tarde, a interação durante o processo de visualização se tornou importante para permitir ao usuário mudar parâmetros e realizar um processo de navegação dinâmico. Nesse contexto, técnicas de visualização interativas avançaram para fornecer uma melhor compreensão do maior volume de dados médicos gerados por muitos instrumentos disponíveis hoje (Manssour, 2000). Dentre as técnicas de visualização de volumes foi escolhida a extração de superfícies, devido ao pouco espaço de armazenamento requerido e a rapidez na geração e visualização da imagem final. Em particular, foi escolhido o algoritmo Marching Cubes que utiliza uma abordagem de divisão e conquista para localizar a superfície em um cubo lógico criado de 8 *pixels* (*picture elements*), cada quatro de dois slices adjacentes, como mostra a Fig. 1.

O algoritmo determina como a superfície intercepta o cubo, atribuindo um para um vértice do cubo se o valor do dado naquele vértice excede (ou iguala) o valor da superfície que está sendo construída e então move-se (ou marcha) para o próximo cubo. Esses valores estão dentro (ou na) superfície. Vértices do cubo com valores abaixo da superfície recebem zero e estão do lado de fora da superfície. A superfície intercepta aquelas arestas do cubo onde um vértice está fora da superfície (um) e o outro dentro da superfície (zero). Com esse pressuposto, determina-se a topologia da superfície dentro do cubo, encontrando a posição da intersecção depois e repetindo o processo em todos cubos da imagem (Lorensen, 1987).

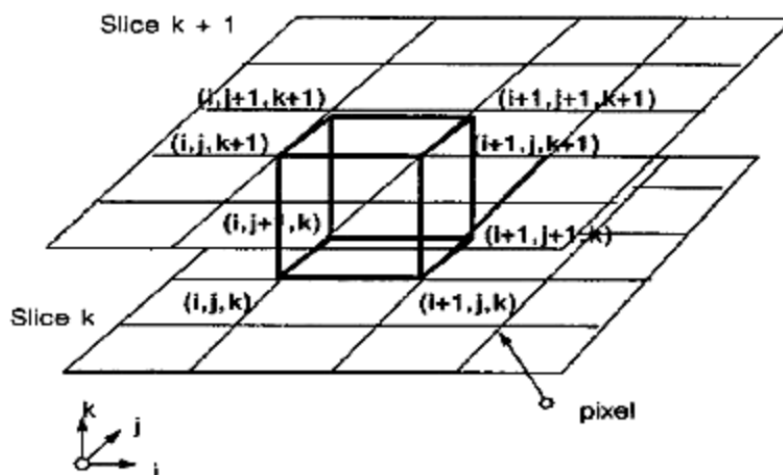


Figura 1 - Cubo lógico utilizado pelo algoritmo Marching Cubes.  
Fonte: LORENSEN

Mesmo nos computadores mais modernos, o número de triângulos produzidos pelo Marching Cubes é elevado, dificultando tarefas de renderização interativa. Para prover um melhor desempenho computacional, uma técnica bastante utilizada é o algoritmo Decimation. O objetivo fundamental do algoritmo Decimation é reduzir o número total de triângulos em uma malha de triângulos, embora preservando tão

precisamente quanto possível características topológicas importantes (Schroeder et al. 1992).

A ferramenta foi escrita na linguagem de programação C++ (STROUSTRUP, 1997), devido ao fato dessa ser uma linguagem robusta e permitir ao programador a utilização de diversas técnicas de programação. Também foram utilizadas as bibliotecas Visualization Toolkit (VTK) e National Library of Medicine Insight Segmentation and Registration Toolkit (ITK). VTK é uma biblioteca de classes para computação gráfica, visualização e processamento de imagens. Com código fonte aberto, dentre suas vantagens estão a portabilidade, permitindo sua utilização nas principais plataformas como Unix, Windows e Mac OS além de ser possível utilizá-lo em diversas linguagens de programação como C++, Python, TCL e Java. Além disso, VTK prove um poderoso suporte a reconstrução e visualização 3D, que são à base deste trabalho.

VTK apresenta uma deficiência quanto à leitura de imagens médicas no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), que é amplamente utilizado na distribuição de imagens médicas. Para contornar essa limitação e fornecer uma ferramenta capaz de ler a maior quantidade de imagens médicas possíveis, foi utilizada a biblioteca ITK, na leitura das imagens DICOM (Yoo et al., 2002).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foi desenvolvida uma ferramenta computacional que realiza a reconstrução por superfícies de imagens de SPECT cardíaco para gerar imagens 3D com o intuito de auxiliar o diagnóstico médico, facilitando as tarefas de interpretação, análise e quantificação de lesões em exames de perfusão miocárdica.

Também é possível indicar o fator de *threshold* (limiar), valor que serve para fazer um pré-processamento na imagem. Tal processo ajuda a eliminar ruídos inseridos tanto no processo de aquisição quanto provocados por superfícies externas como por exemplo outros órgãos do corpo presentes no exame. O software então faz o cálculo do volume utilizando o algoritmo Marching Cubes e mostra-o na tela.

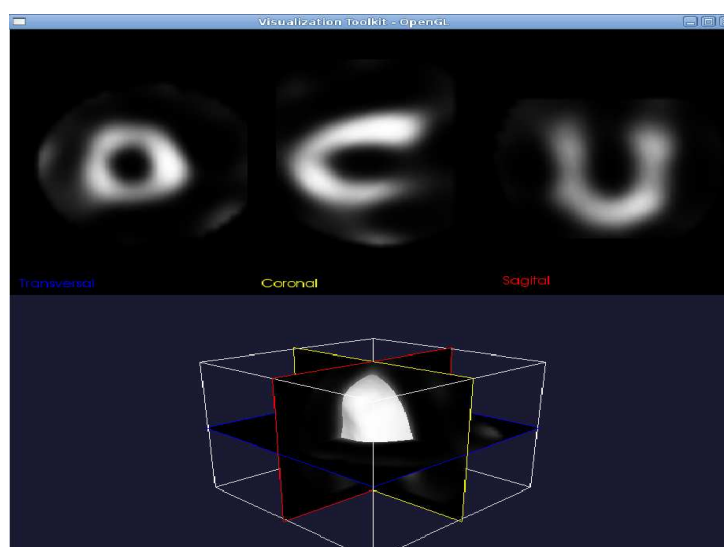


Figura 2 – Imagem da ferramenta desenvolvida. Na parte superior as três vistas convencionais utilizadas pelos médicos. Na parte inferior a reconstrução 3D.

Além da visualização na forma de um volume tridimensional, também é possível visualizar fatias bidimensionais, através de planos que interceptam o volume e produzem as projeções 2D. O posicionamento desses planos pode ser alterado interativamente utilizando o mouse, que também serve para escolher uma posição arbitrária para a câmera e controlar o zoom.

#### 4. CONCLUSÕES

A ferramenta desenvolvida utilizou o algoritmo Marching Cubes para reconstrução 3D das imagens de SPECT cardíaco apresentando resultado satisfatório tanto no aspecto visual quanto no de desempenho, porém nenhuma avaliação clínica foi feita, pois faltaram parâmetros reais para a avaliação.

A próxima etapa do trabalho será a validação da ferramenta, através da comparação do resultado gerado com os de outros softwares proprietários e também da avaliação por parte de um especialista.

Após a conclusão do trabalho este será adicionado ao software SPECTative (Oliveira, 2006; Pádua, 2006), que faz a geração e análise quantitativa de mapas polares de imagens de SPECT cardíaco, já desenvolvido pelo grupo de pesquisa.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FABER T. L., COOKE, C. D., PEIFER, J. W., PETTIGREW, R. I. VANSANT, J.P., LEYENDECKER, J.R., GARCIA, E. V. Three-Dimensional Displays of Left Ventricular Epicardial Surface from Standard Cardiac SPECT Perfusion Quantification Techniques. **The Journal of Nuclear Medicine**, vol. 36, n. 4, p. 697-703, 1995.
- LEVOY, M. S., **Display of surfaces from volume data**, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC, 1990.
- LORENSEN, William E., CLINE, Harvey E., **Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm**, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, v.21 n.4, p.163-169, 1987.
- MANSSOUR, I.H. e FREITAS, C.M.D.S. **Collaborative Visualization in Medicine**. WSCG 2000 – The 8th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Plzen, Czech Republic, February 7-11, 2000.
- OLIVEIRA, L. F. , PADUA, R. D. S. , CASTRO, A. A. , SIMOES, M. V. . **Uma nova abordagem para a construção de mapas polares a partir de imagens de cintilografia de perfusão miocárdica**. Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, Florianópolis. X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. p. 344-345, 2006.
- PADUA, R. D. S. , OLIVEIRA, L. F. , CASTRO, A. A. , SIMOES, M. V. , **Criação de Modelos de Imagens de Cintilografia de Perfusão Miocárdica Para Análise Quantitativa de Cardiopatias**. Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006, Florianópolis. X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, p. 297-298, 2006.
- PAIVA, A., SEIXAS, R. e GATTASS, M. **Introdução à Visualização Volumétrica**. 107f. Trabalho acadêmico (Graduação em Ciência da Computação) - Departamento de Ciência da Computação, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1999.
- SCHROEDER, W.; MARTIN, K.; LORENSEN, B. **The Visualization Toolkit: an object oriented approach to 3D graphics**, 3.ed. Kitware, Inc., 496p, 2003.

SLOMKA, P. J. RADAU, P.; HURWITZ, G. A DEY, D. Automated three-dimensional quantification of myocardial perfusion and brain SPECT. **Computerized Medical Imaging and Graphics**, n.25, p153-164, 2001.

STROUSTRUP, B. **The C++ Programming Language**, 3.ed. Addison-Wesley Pub Co., 1030p, 2000.

YOO, T.S., et al. **Engineering and Algorithm Design for an Image Processing API: A Technical Report on ITK - The Insight Toolkit**. Em Proc. of Medicine Meets Virtual Reality, J. Westwood, ed., IOS Press Amsterdam p. 586-592, 2002.