

# Desenvolvimento de Aplicações Otimizadas de Visualização Volumétrica

EDUARDO PRATES DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
THOMAS DE ARAUJO BUCK

Universidade Federal da Bahia - Instituto de Matemática - DCC  
Av. Ademar de Barros s/n - Ondina - 40.170-110 Salvador BA  
{eprates, thomas}@dcc.ufba.br

**Abstract.** Volumetric visualization is an essential tool for analyzing large amounts of volumetric data, such as computer tomography volumes. Due to the great computational effort required by this task, developing routines and libraries that support optimized algorithms and parallel processing is a very important issue.

**Keywords:** Volumetric visualization, parallel rendering, computer graphics libraries.

## 1 Introdução

A visualização volumétrica constitui a forma mais natural de se visualizar dados volumétricos. Com a crescente utilização de scanners espaciais, em especial na Medicina, como a Tomografia Computadorizada (TC), Ressonância Magnética (RM), etc., diversos grupos têm se disposto a desenvolver pesquisas nesta área.

O trabalho aqui exposto faz parte das atividades do GICoV, que tem como alguns de seus objetivos desenvolver ferramentas que possam facilitar a criação de aplicações de Computação Visual. Nossos trabalhos estão sendo direcionados à elaboração de sistemas de visualização como suporte à atividades médicas.

## 2 Trabalho Proposto

Apesar de outros grupos já terem se dedicado à implementação de pacotes de rotinas de visualização volumétrica (como o Volpack), é de grande importância que tenhamos a oportunidade de desenvolvermos a nossa própria biblioteca. Somente desta forma podemos ter domínio completo do código desenvolvido e liberdade suficiente para alterá-lo, visando testar a eficiência dos algoritmos e, inclusive, propor nossas soluções aos problemas encontrados.

Tal biblioteca serve de base para que aplicações de Processamento de Imagens, Computação Gráfica e Visão Computacional possam ser desenvolvidas com razoável grau de facilidade. Alguns dos requisitos impostos incluem independência de plataforma e de interface, uma vez que pretendemos alcançar um máximo grau de portabilidade e aproveitamento de código.

Neste contexto, torna-se clara a necessidade da estruturação das nossas rotinas sob o paradigma da orientação a objetos, uma vez que a derivação de classes permite uma expansão bastante natural e consistente da biblioteca. Já temos implementadas aproximadamente 80 classes, que vão desde primitivas muito básicas como P2D e P3D à outras já mais elaboradas, como filtro mediano para volumes, quantização Floyd-Steinberg e *octrees*.

Como estão incluídas em nossos objetivos finalidades didáticas, as implementações incluem não somente os algoritmos mais eficientes como também aqueles comprovadamente ineficientes. Tudo isto com o propósito de podermos efetuar e demonstrar comparações de performance e apreciar a evolução das técnicas implementadas.

## 3 Aplicações Desenvolvidas

Uma das aplicações desenvolvidas está ilustrada na Figura 1, que se baseia na visualização de volumes de dados utilizando-se para a sua travessia raios com técnica de limiar. Apesar dos dados que manipulamos advirem de exames de TC, esta aplicação tem finalidade essencialmente didática, uma vez que permite a seleção e experimentação de diversos métodos de cálculo de normais, interpolações, iluminação, etc. tornando disponível ao usuário uma forma bastante simples de poder comparar as imagens resultantes em função dos parâmetros escolhidos. Dentre outros, o tempo necessário para produção das imagens é demasiado alto para uma aplicação interativa com fins de diagnóstico médico.

---

<sup>1</sup> Bolsista pelo CNPq - PIBIC/UFBA

As interfaces gráficas vem sendo desenvolvidas em TCL/TK em conjunto com a sua extensão, o iTCL/iTK. Nosso ambiente de trabalho é composto de máquinas IBM RS6000 e clones de SUN SPARC.

#### 4 Trabalhos em Andamento

Uma de nossas metas é desenvolver o conceito de uma Estação de Trabalho Médica. Para tanto, necessitamos de sistemas de tempo real para visualização de volumes de dados médicos, oferecendo uma interface conveniente para manipulação de exames e a maior riqueza possível de informações. Desejamos, ainda, poder dispor de aplicações para simulação de cirurgias.

Neste instante, já temos implementadas classes para visualização de objetos poligonais e estamos trabalhando em sistemas de visualização híbrida. Esta é uma condição essencial para que possamos simular cirurgias.

Outra linha de trabalho vem se desenvolvendo no sentido de minimizar o tempo gasto para produção das imagens, uma vez que ainda estamos longe de conseguirmos produzi-las a uma taxa ideal de 30Hz. Para

isto, estamos implementando algoritmos de otimização como tabelamento de iluminação, uso de *octrees*, *templates* de raios, processamento paralelo, etc.

Resultados iniciais demonstraram que podemos obter imagens de 256x256 pixels amostradas em um volume de 256x256x128 a uma taxa de 1 quadro a cada 1,5 segundos, o qual sofre refinamento progressivo uma vez que o usuário pára de movimentá-lo.

Apesar dos bons resultados obtidos por alguns grupos com a utilização de processamento distribuído, acreditamos que o caminho que pode nos levar mais rapidamente a alcançar a produção de imagens em tempo real é o processamento paralelo. Já estamos trabalhando na paralelização do código e em breve estaremos migrando para um ambiente multiprocessado (uma IBM SP2).

O estudo e implementação destas técnicas de otimização, em particular a avaliação das possibilidades representadas pela utilização de processamento paralelo, constitui o tema do projeto (já em andamento) de conclusão de curso do primeiro autor deste trabalho.



Figura 1- Aplicação didática construída sobre a biblioteca de rotinas já implementadas.

#### Referências

R. B. Seixas e M. Gatass, *Visualização Volumétrica em um Ambiente de Computação Distribuída*. SIBGRAPI'96. p. 15-22. URLib rep.: <[dpi.inpe.br/ambro/1998/04.24.11.26](http://dpi.inpe.br/ambro/1998/04.24.11.26)>.  
C. Esperança et al., *3D Viewer: Um Visualizador 3D Utilizando OpenGL e TCL/TK*. SIBGRAPI'96. Caxambu, MG, Out, 1996. p. 345-346.

M. Zuffo et al., *Um Algoritmo Rápido para Iluminação Volumétrica*, SIBGRAPI'96. Caxambu, MG, Out., 1996. p. 9-14. URLib rep.: <[dpi.inpe.br/ambro/1998/05.06.15.34](http://dpi.inpe.br/ambro/1998/05.06.15.34)>.  
J. P. Singh et al., *Parallel Visualization Algorithms: Performance and Architectural Implications*. IEEE Computer, 27(7):45-55, Jul. 94.