

Técnicas de Renderização de Volume

Genicleito Gonçalves e Ramon Dias Costa

Introdução

- Necessidade de criação de efeitos visuais de natureza volumétrica.
- Essencial para aplicações científicas e de engenharia que requerem a visualização de conjuntos de dados tridimensionais.



Renderização de volume

- Os métodos de renderização de volume direto geram imagens de um conjunto de dados volumétrico 3D sem extrair explicitamente superfícies geométricas dos dados (Levoy, 1988)
- Essas técnicas usam um modelo óptico para mapear valores de dados para propriedades ópticas, como cor e opacidade (Max, 1995).
- Durante a renderização, as propriedades ópticas são acumuladas ao longo de cada raio de visualização para formar uma imagem dos dados
- As imagens são criadas através da amostragem do volume ao longo de todos os raios de visualização e acumulando as propriedades ópticas resultantes

Renderização de volume

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \prod_{j=1}^{i-1} (1 - A_j)$$
$$A = 1 - \prod_{j=1}^n (1 - A_j)$$

Equação para calcular a cor e opacidade acumulada

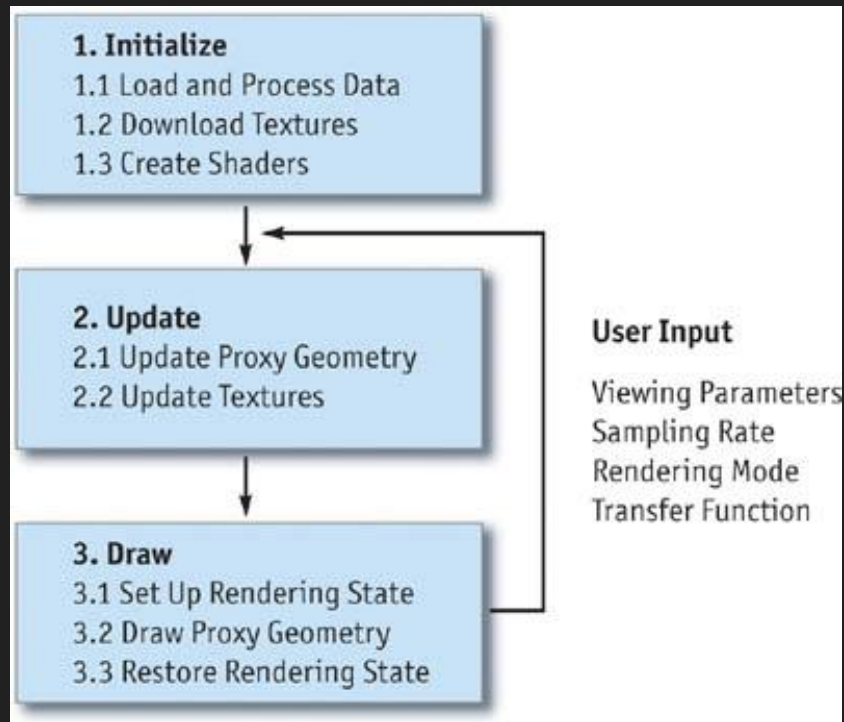
Renderização de volume baseado em textura

- Baseado em hardware gráfico:
 - Rasterização
 - Texturização
 - Mistura
- Geometria de proxy porque não há primitivas volumétricas no hardware gráfico
- Fatia através do volume (processamento baseado em fatia)

Renderização de volume baseado em textura

- Em geral os algoritmos são baseados em três etapas: (1) *Inicializar*, (2) *Atualizar* e (3) *Desenhar*.
- *Inicializar* é executado apenas uma vez, os demais são executados sempre que o aplicativo recebe uma entrada de usuário.

Renderização de volume baseado em textura



Renderização de volume baseado em textura

- Vantagens

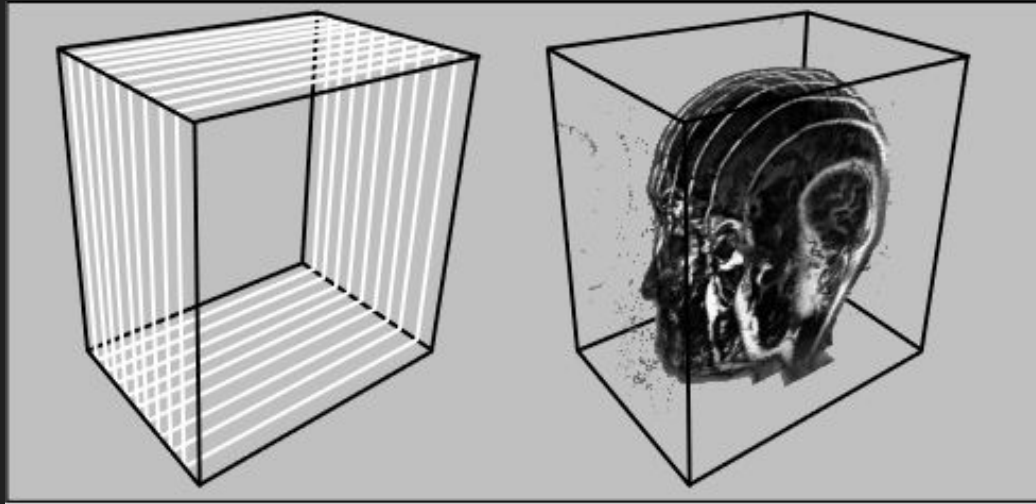
- Suportado pelo hardware gráfico
- Rápido para conjunto de dados de tamanho moderado
- Explorações interativas
- As representações baseada em textura e volumétricas podem ser facilmente combinadas
 - mistura com geometrias opacas

- Desvantagens

- Limitada pela memória de textura
 - Solução: quebrar, ao custo de ter downloads adicionais de texturas para a placa gráfica
- Força bruta: o volume completo é representado por fatias
- A velocidade de rasterização e acessos à memória podem ser problemáticas

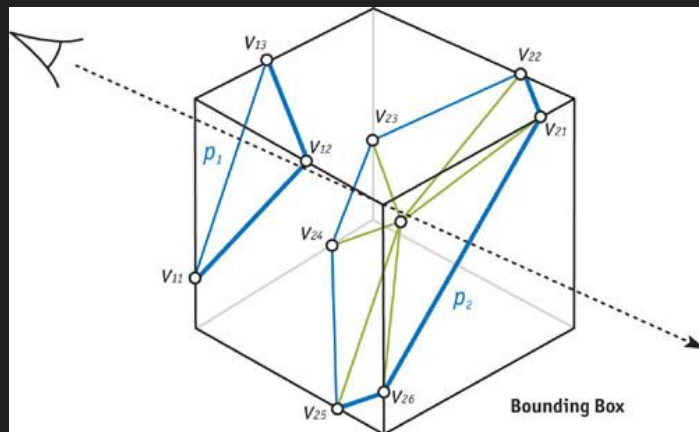
Proxy Geometry

- Conjunto de polígonos que corta o volume de forma perpendicular ao observador
- Gera fragmentos

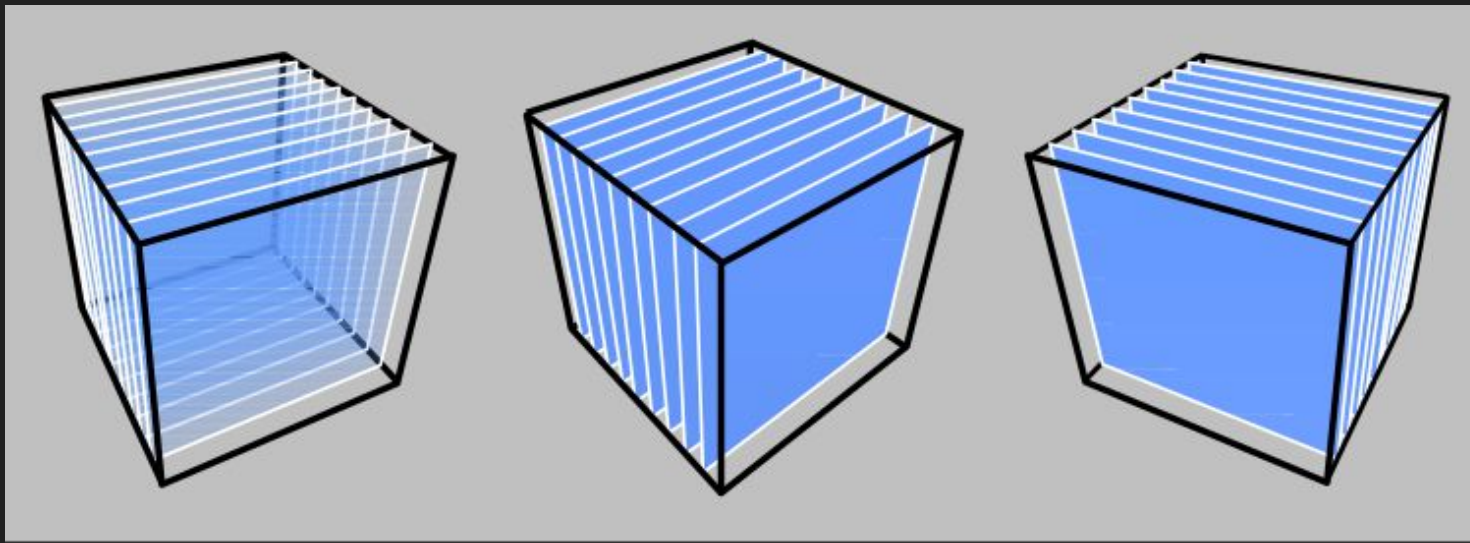


Proxy Geometry

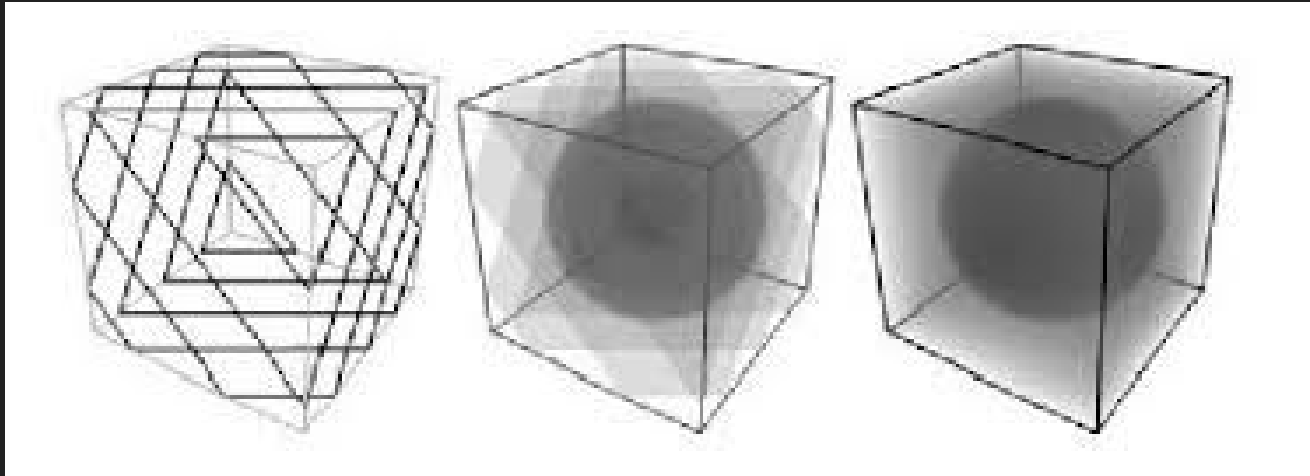
- Os polígonos são o resultado da interseção entre a borda da caixa de volume com os planos de corte



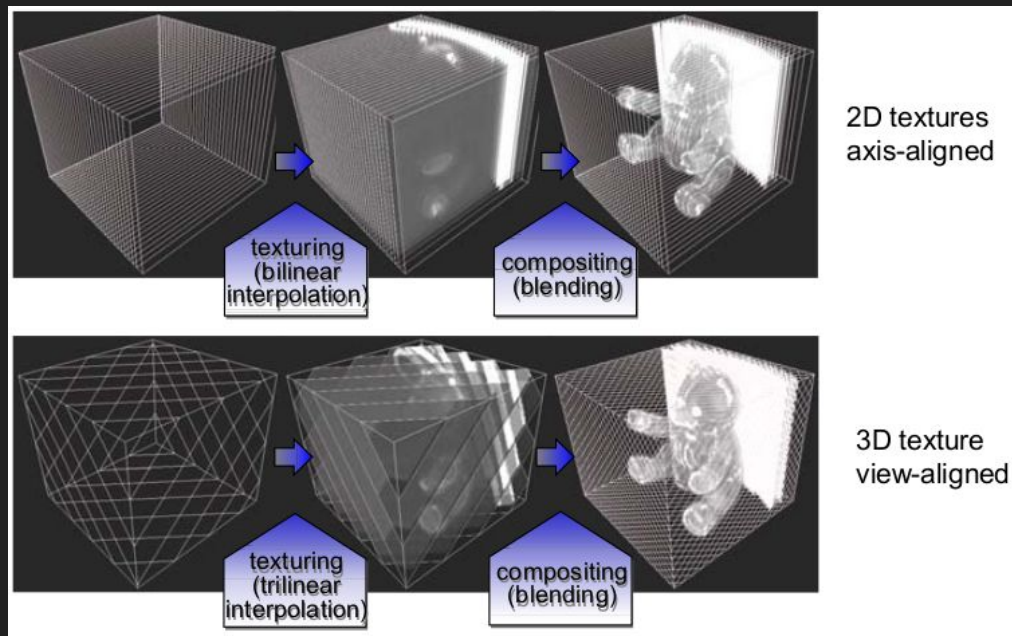
Proxy Geometry



Proxy Geometry



Proxy Geometry



Estrutura de Dados da Textura

- Funciona em hardwares gráficos antigos que não suportam texturas 3D
- Apenas interpolação bilinear
 - Rápido
 - Problemas com qualidade da imagem
- Distância Euclidiana entre as fatias ao longo de um raio de luz depende dos parâmetros de visualização
 - Distância de amostragem depende da direção de visualização
 - “Artifacts” quando a pilha é vista perto dos 45°

Estrutura de Dados da Textura

- Textura 3D
 - Precisa de suporte para texturas 3D
 - Interpolação trilinear dentro do volume
 - mais lento
 - Boa qualidade da imagem
 - Distância Euclidiana constante entre as fatias ao longo de um raio de luz
 - Sem “artifacts” resultante de ângulos de visão inadequados

Transfer Functions

- Enfatizar recursos nos dados por mapeamento de valores
- Mapeiam os valores dos dados carregados para valores de cor e opacidade
- Geralmente implementadas como lookup tables de uma única dimensão.
- Procedimento iterativo que requer uma visão significativa do conjunto de dados subjacente
- A opacidade atribuída depende da taxa de amostragem

Ray casting

- Similar ao ray tracing em computação gráfica baseada em superfície
- Em renderização de volumes lida apenas com raios primários
- Como não há superfícies é preciso passar cuidadosamente pelo volume
- Os intervalos de amostragem são geralmente equidistantes

Iluminação

- Modelos de iluminação melhoram a aparência visual dos objetos
- A iluminação local ignora contribuições de luz indiretas, sombras e outros efeitos globais
- Modelo Blinn-Phong
 - frequentemente modificado, de modo que apenas as regiões com altas magnitudes de gradiente estão sombreadas

$$I = k_a + I_L k_d \left(\vec{l} \cdot \vec{n} \right) + I_L k_s \left(\vec{h} \cdot \vec{n} \right)^n$$

The Blinn-Phong Model for Local Illumination

Vetor normal \vec{n} , direção \vec{l} , intensidade I_L da fonte de luz, coeficientes ambiente, difuso, especular e de brilho (K_a, K_d, K_s, n)

Referências

- **Chapter 39. Volume Rendering Techniques.** Disponível em: <https://developer.nvidia.com/gpugems/GPUGems/gpugems_ch39.html>. Acesso em: 29 Ago 2017.
- **Direct Volume Rendering.** Disponível em: <https://graphics.ethz.ch/teaching/former/scivis_07/Notes/stuff/StuttgartCourse/VIS-Slides-06-Direct_Volume_Rendering.pdf>. Acesso em: 29 Ago 2017.
- **WebGL Volume Rendering Made Simple.** Disponível em: <<http://www.lebarba.com>>. Acesso em: 29 Ago 2017.