

Fundamentos de Processamento Gráfico

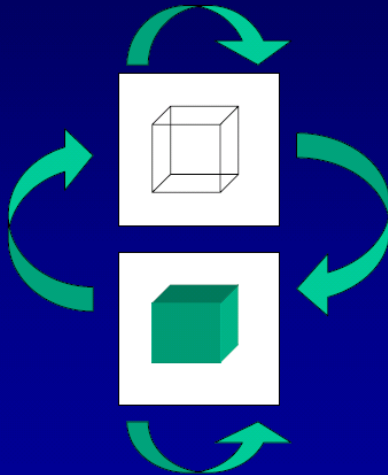
Helton H. Biscaro ; Fátima Nunes

6 de abril de 2018

Áreas Correlatas

Modelagem Geométrica

Visão
Computacional

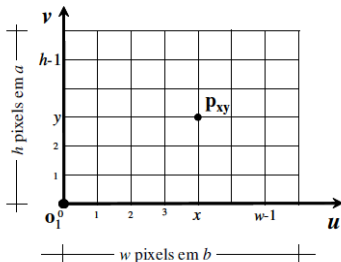
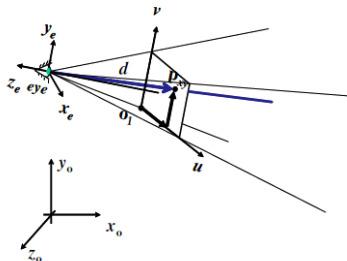


Computação
Gráfica

Processamento de Imagens

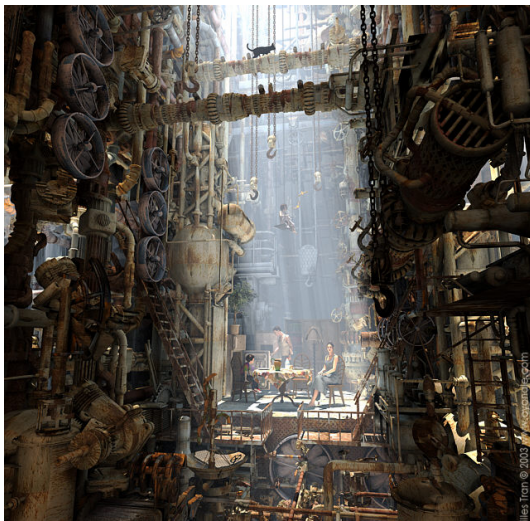
Pipeline de Visualização

Projeção de um ponto.



Pipeline de Visualização

Uma cena um pouquinho mais complexa.

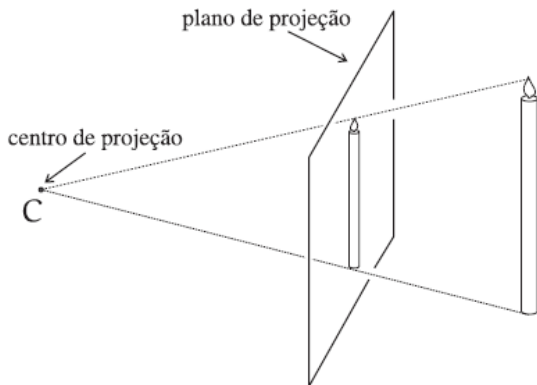


Pipeline de Visualização

- **Espaço do Objeto:** Onde cada objeto é modelado. Ele possui um sistema de coordenadas associado à geometria do objeto.
- **Espaço de Cena:** É um sistema de coordenadas global
- **Espaço de Câmera:** Esse espaço é determinado pelo sistema de coordenadas associado à projeção cônica da câmera virtual
- **Espaço Normalizado:** Espaço utilizado para operações de recorte de objetos que estão fora do campo de visão da câmera
- **Espaço de Ordenação:** Espaço que facilita a operação de visibilidade (verifica se um objeto está ou não na frente de outro)
- **Espaço de Imagem:** Espaço da tela virtual no plano de projeção da câmera virtual
- **Espaço do Dispositivo:** (Espaço de Tela) Espaço associado à superfície de exibição do dispositivo de saída gráfica

Pipeline de Visualização Espaço de Cena: **Espaço de Cena:**

Definição da Câmera Virtual



Pipeline de Visualização Espaço de Câmera:

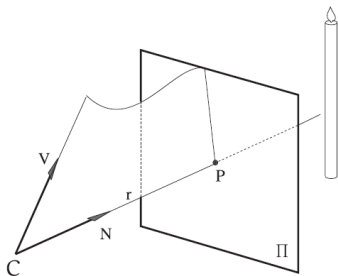
Dados:

Centro ótico C ;

Ponto de visão P ;

Vetor Vertical V ;

Precisamos definir um sistema de coordenadas ortonormais com centro em C .



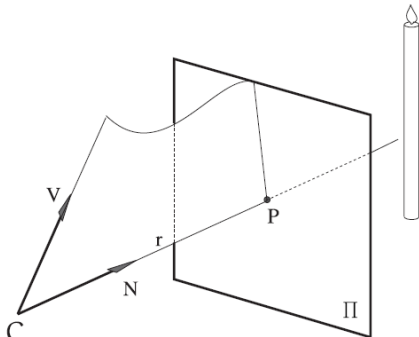
Pipeline de Visualização Espaço de Câmera:

Definimos

$$\text{O vetor } n = \frac{P-C}{\|P-C\|};$$

$$\text{O vetor } v = \frac{V - \langle V, n \rangle n}{\|V - \langle V, n \rangle n\|};$$

$$\text{O vetor } u = v \times n.$$



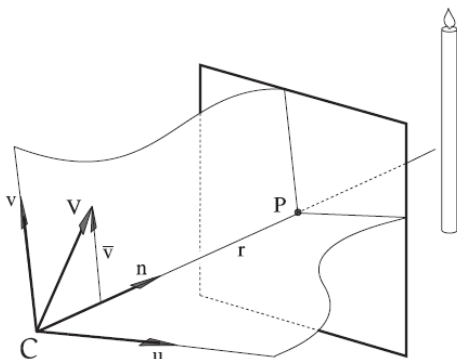
Pipeline de Visualização Espaço de Câmera:

Definimos

$$\text{O vetor } n = \frac{P-C}{\|P-C\|};$$

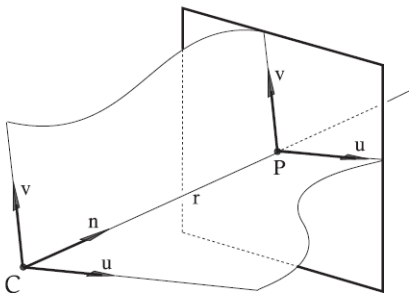
$$\text{O vetor } v = \frac{V - \langle V, n \rangle n}{\|V - \langle V, n \rangle n\|};$$

$$\text{O vetor } u = v \times n.$$



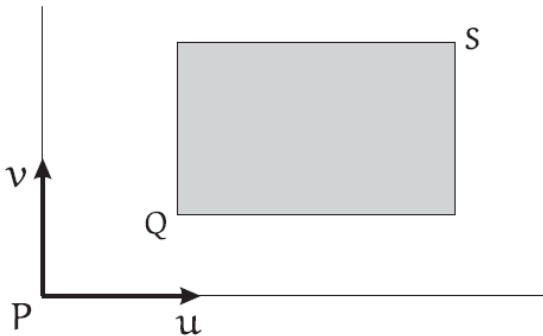
Pipeline de Visualização Espaço de Imagem:

O Espaço de Câmera define naturalmente uma sistema de coordenadas no plano de projeção.



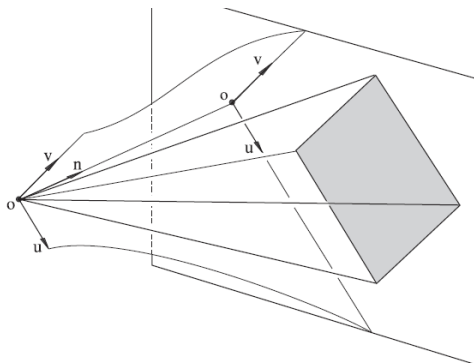
Pipeline de Visualização Espaço de Imagem:

O Espaço de Câmera define naturalmente uma sistema de coordenadas no plano de projeção.



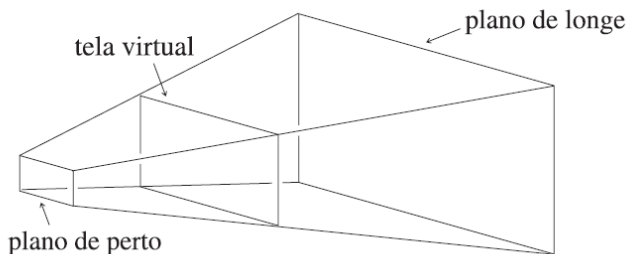
Pipeline de Visualização Espaço de Imagem:

Pirâmide de Visão.



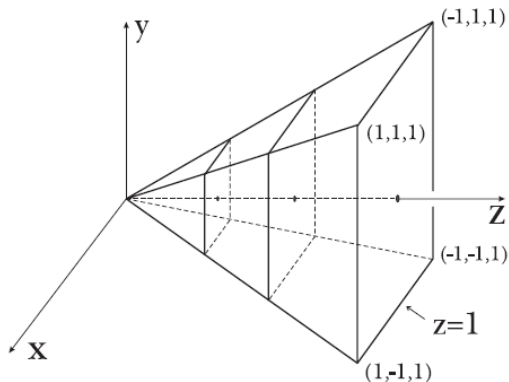
Pipeline de Visualização Espaço de Imagem:

Volume de Visão:
Operações de recorte e de ordenação.



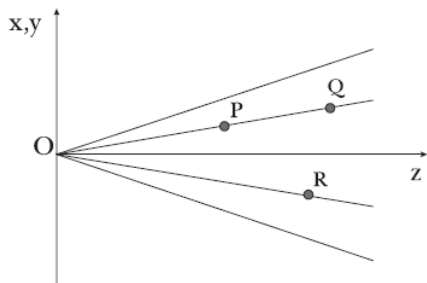
Pipeline de Visualização Espaço de Normalizado:

Volume de Visão:
Operações de recorte.

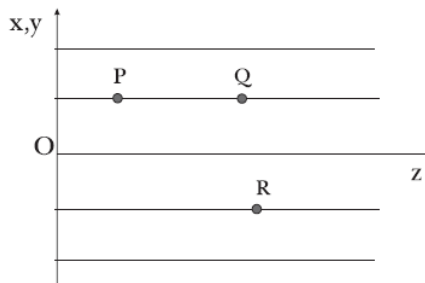


Pipeline de Visualização Espaço de Ordenação:

Volume de Visão:
Operações ordenação.



(a)

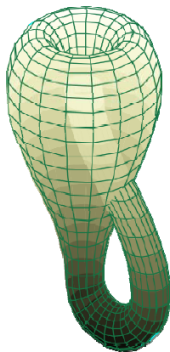
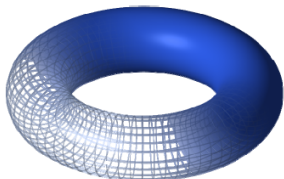


(b)

A coleção de métodos para descrever a forma e outras características geométricas de um objeto é conhecida como **Modelagem Geométrica**

Modelagem

A geometria pode ser complicada.



Modelagem Histórico:

- Modelagem por arames (Wireframe):
 - Representa um objeto por arestas e pontos sobre o objeto;
 - Gera modelos ambíguos.
- Modelagem por superfície (década de 60):
 - Representa um objeto por meio de sua descrição matemática ;
 - Paramétrica \times Implícita.
- Modelagem por sólidos(década de 70):
 - Contém informações sobre o fechamento e conectividade do objeto.
- Modelagem de dimensão mista ou **Non Manifold**:
 - Permite modelar objetos com estruturas internas ou elementos pendentes de dimensão diferente.
 - Delimita o sólido por superfícies que não são necessariamente linear por partes

Modelagem : Sólidos

Propriedade Requeridas.

1 Rigidez:

- Distância e ângulos fixos no espaço Euclidiano;
- A forma deve ser invariante sobre transformações rígidas.

2 Finitude:

- O objeto deve estar contido em uma porção limitada do espaço;
- O objeto deve ser descrito através de um número finito de símbolos;

3 Homogeneidade:

- O objeto não deve ter partes isoladas ou penduradas em sua fronteira.

4 Determinismo de fronteira:

- Deve ser possível descrever a fronteira e, conseqüentemente, o interior e exterior do objeto.

5 Fechamento sobre operações:

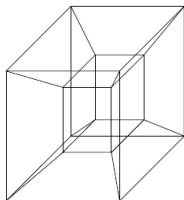
- O resultado de operações geométricas sobre objetos válidos devem ser ainda objetos válidos.

Quatro Categorias de Representação.

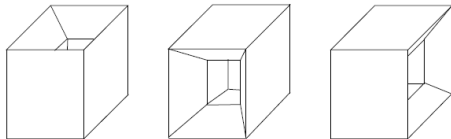
- 1 **Modelos de Arame:** (Wireframe);
- 2 **Modelos de Decomposição:** (BSP-trees, octrees, etc..);
- 3 **Modelos de Superfícies:** (Surface Modeling);
- 4 **Modelos de Sólido:** (Solid Modeling);
 - Modelos Construtivos (CSG - Constructive Solid Geometry);
 - Modelos de Fronteira (B-rep: Boundary Representation);
 - Modelos Híbridos (CSG e B-rep);
 - Modelos Baseados em Features (Feature Based Modeling);
 - Modelos de Dimensão Mista (Non Manifold).

Modelagem : WireFrame

Ambiguidade de representação.



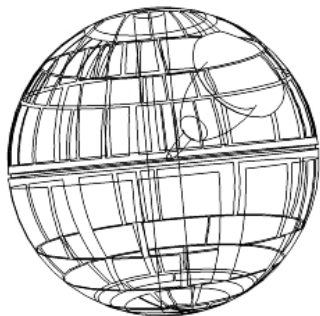
Modelo



Objetos representados

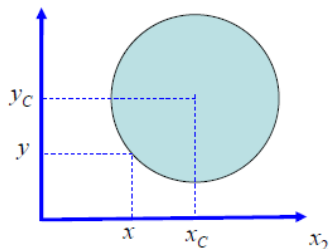
Modelagem : WireFrame

Primórdios da Computação Gráfica



Modelagem:

Representação Implícita



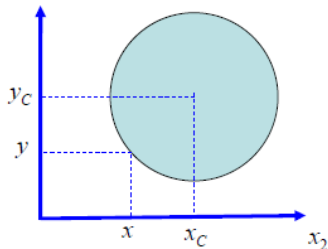
Equação da circunferência

Centro (x_c, y_c) e raio r .

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$$

Modelagem:

Representação Paramétrica



Equação da circunferência

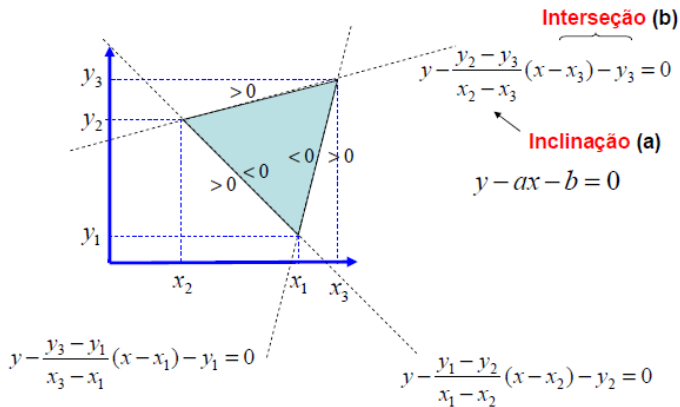
Centro (x_c, y_c) e raio r .

$$x = x_c + r \cos(\theta)$$

$$y = y_c + r \sin(\theta)$$

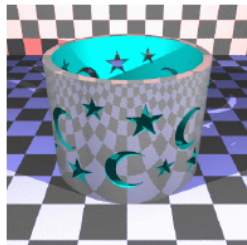
Modelagem:

Representação Implícita de um Triângulo.



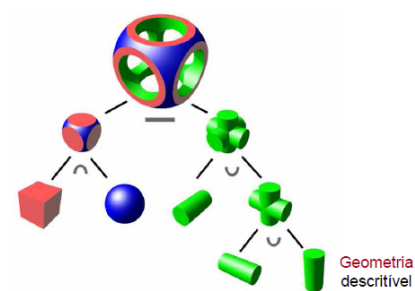
Modelagem: Geometria Complexa

Não Há funções capazes de descrevê-las completamente

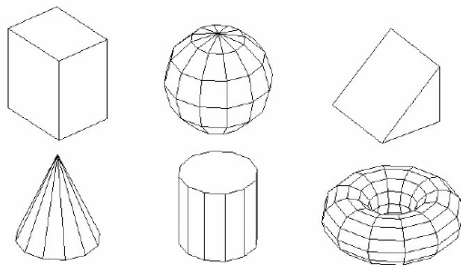


Modelagem: Geometria Complexa

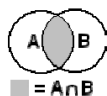
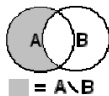
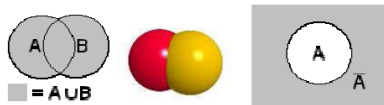
Primitivas Geométricas + Operações Booleanas



Primitivas Geométricas + Operações Booleanas



Primitivas Geométricas + Operações Booleanas



Modelagem: Geometria Complexa

Primitivas Geométricas + Operações Booleanas

Se f_1 e f_2 são funções implícitas que definem dois sólidos ($f_1(p) \leq 0$ e $f_2(p) \leq 0$). As operações de composição são definidas como:

$$\text{União: } f = f_1 \cup f_2 = \min \{f_1, f_2\}$$

$$\text{Intersecção: } f = f_1 \cap f_2 = \max \{f_1, f_2\}$$

$$\text{Diferença: } f = f_1 \setminus f_2 =_1 \cup \mathbb{C} f_2 = \max \{f_1, -f_2\}$$

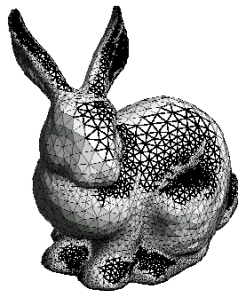
Modelagem: Geometria Complexa

Duas Opções: Malhas, ou Decomposição Espacial



Modelagem: Geometria Complexa

Primeira Opção: Malhas



Primeira Opção: Malhas

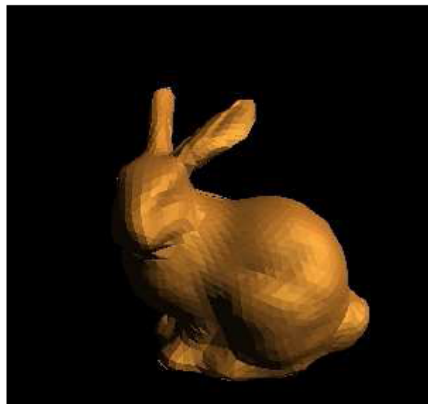
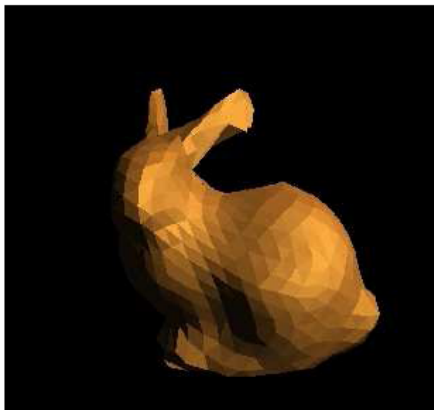
(nefertiti.u3d)

Primeira Opção: Malhas

(bunny.u3d)

Modelagem: Geometria Complexa

Primeira Opção: Malhas Poligonais



Área dos polígonos $\rightarrow 0 \Rightarrow$ Forma \rightarrow Superfície Original

Modelagem: Geometria Complexa

Técnicas de Amostragem

- Manual (pelo digitalizador);
- Automática;

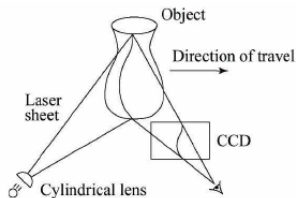
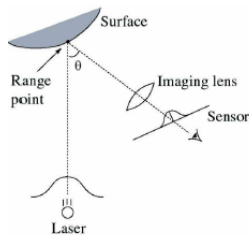


A Volkswagen Beetle becomes the subject of a 1970 simulation project. Ivan Sutherland(left) and assistants plot coordinates for digitizing the car.

Modelagem: Geometria Complexa

Técnicas de Amostragem

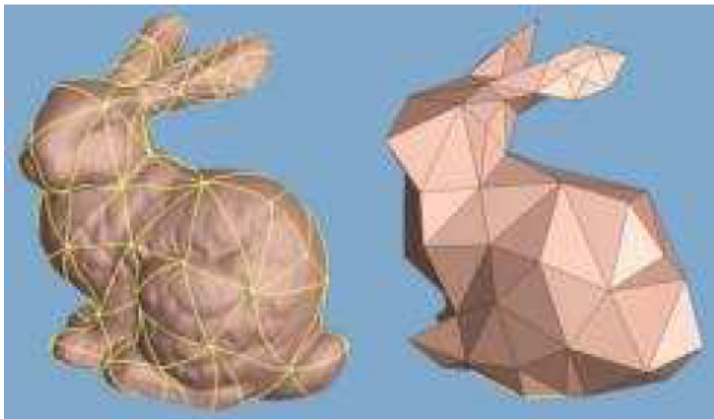
- Automática;



Problemas: concavidade e costura

Modelagem: Geometria Complexa

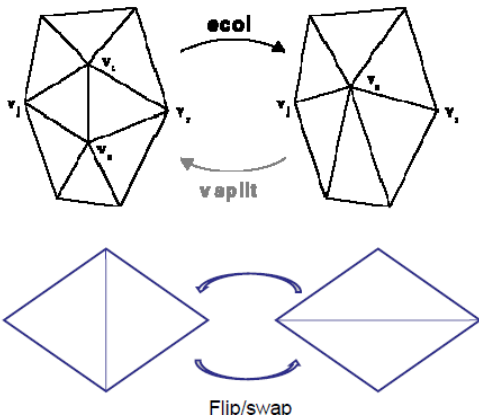
Níveis de Resolução



Modelagem: Geometria Complexa

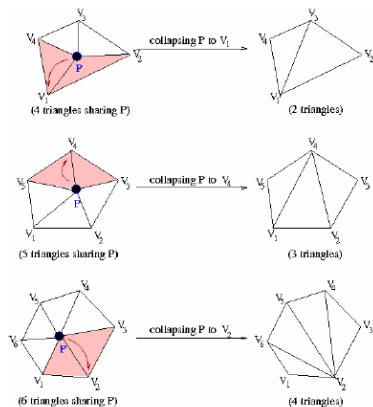
Níveis de Resolução

Colapso de Arestas e Flip

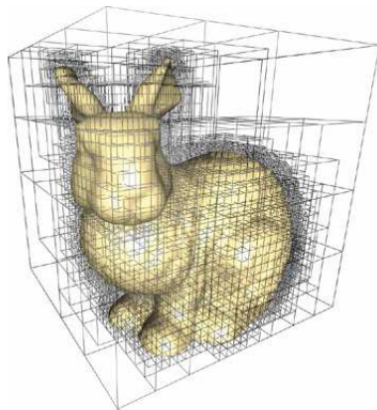


Níveis de Resolução

Colapso de Vértices



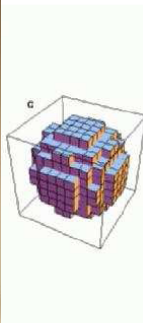
Segunda Opção: Decomposição Espacial



Modelagem: Geometria Complexa

Segunda Opção: Decomposição Espacial

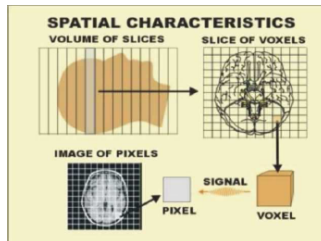
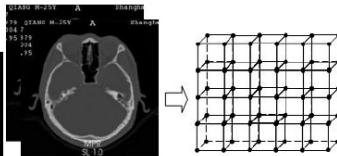
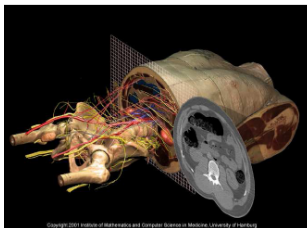
Realismo é mais difícil de ser alcançado



Modelagem: Geometria Complexa

Segunda Opção: Decomposição Espacial

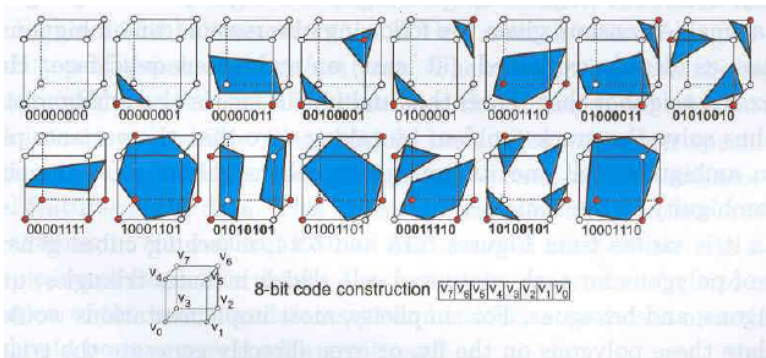
Imagens Médicas 3D.



Modelagem: Geometria Complexa

Segunda Opção: Decomposição Espacial

Marching Cubes;

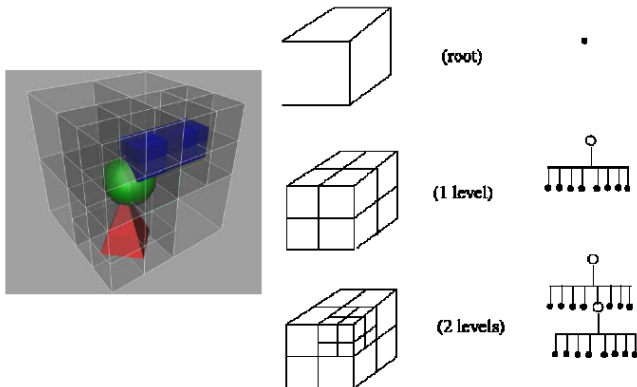


8 vértices $\rightarrow 2^8$ possibilidades $\rightarrow 15$ casos

Modelagem: Geometria Complexa

Segunda Opção: Decomposição Espacial

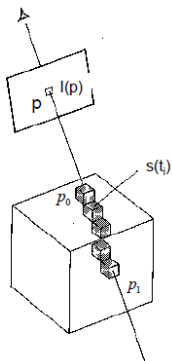
Representação por Octree;



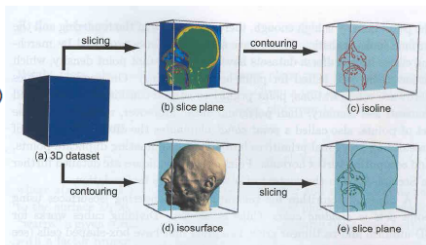
Modelagem: Geometria Complexa

Segunda Opção: Decomposição Espacial

Processamento;



Ray-casting



Redução em malhas poligonais

Colocando a mão na Massa

- O POV-Ray, é um programa de ray tracing disponível para variadas plataformas de computação. Foi originalmente baseado no DKBTrace, escrito por David Kirk Buck e Aaron A. Collins. O POV-Ray é livre, com seu código-fonte disponível.
- Cenas em POV-Ray são descritas em uma linguagem de definição de dados denominada scene description language.
- Seu funcionamento, como OpenGL e semelhante ao de uma biblioteca C, uma vez que fornece uma série de funcionalidades.
- <http://www.povray.org/download/>

Exercício

- 1 Modele um avião utilizando técnicas de CSG descritas nesta aula. Utiliza as primitivas geométricas disponíveis no POV-RAY;
- 2 Demonstre que a base $\{C, n, v, u\}$ do espaço de câmera é ortonormal;

FIMM