

# IA725 – Computação Gráfica I

## Renderização Volumétrica

Watt, capítulo 13

MRicro: <http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/micro.html>

IA725 - 1s2009 - Ting

## Renderização Volumétrica

- Geração de imagens a partir de dados de um conjunto de amostras 3D, denominadas **elementos de volume** (*voxels*)
  - elementos estruturados (organizados por uma estrutura de dados)
  - elementos não-estruturados (“conectividade implícita”).
- Geometria dos *voxels* variam com aplicação, usualmente cubos.

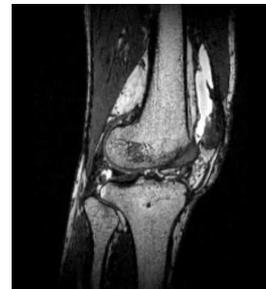


Resultados de simulação: campo  
escalar e vetorial

IA725 - 1s2009 - Ting



CT

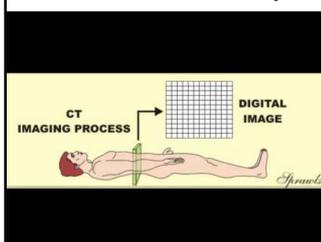


MRI

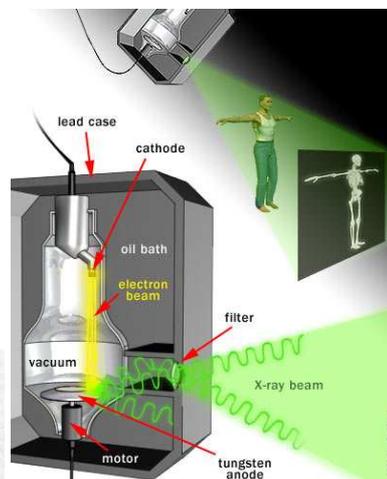
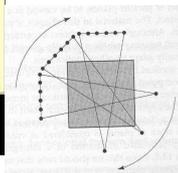
Valores capturados pelos  
dispositivos

## Escaner de Tomografias (raios X)

- Os raios X conseguem “penetrar” em vários materiais.
- Diferentes tecidos humanos apresentam coeficientes de absorção distintos em relação aos raios X.
- **Princípio de funcionamento do escaner:** Uso de raio X para “fotografar” o corpo ao longo de um eixo do corpo humano. “Imagens” no foco são mais nítidas.
- Gera somente uma sequência de imagens ao longo de um eixo de rotação.
- Os raios X são radiações ionizantes.



IA725 - 1s2009 - Ting



## Escaner de Tomografia

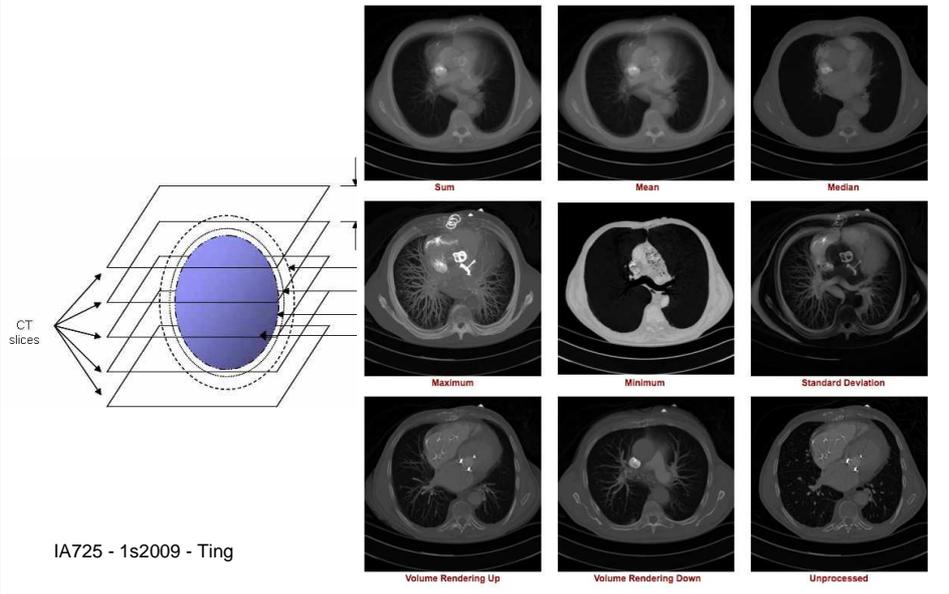


Tomografia computadorizada

IA725 - 1s2009 - Ting

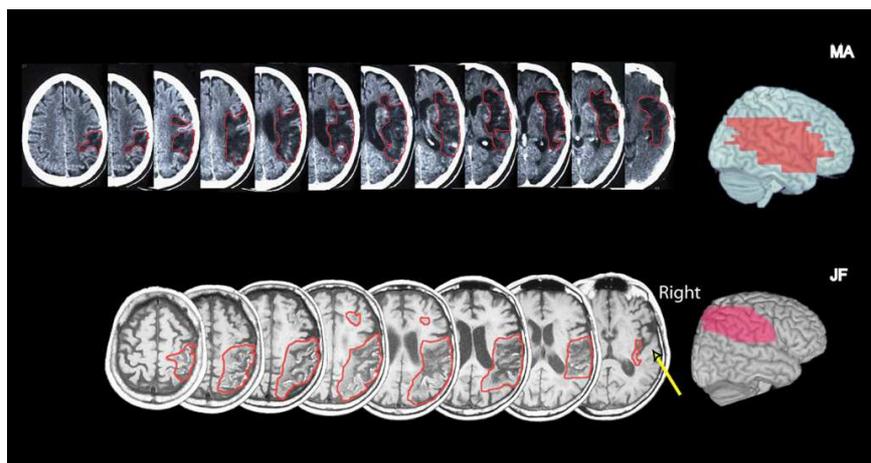
# Tomografia Computadorizada

## Exemplos



# Tomografia Computadorizada

## Exemplos

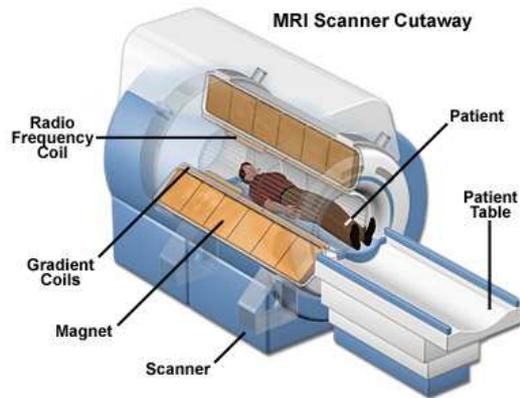


IA725 - 1s2009 - Ting

[http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible\\_human.html](http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html)

## Escaner de Imagens de Ressonância

- Um intenso campo magnético pode alinhar a magnetização nuclear dos átomos de hidrogênio da água.
- Composição básica do corpo humano: água.
- **Princípio de funcionamento do escaner:** Um campo de raios em radiofrequência altera o alinhamento de magnetização de forma sistemática fazendo com que o núcleo de hidrogênio produza momentos magnéticos capturáveis.
- Pode gerar imagens 3D em qualquer direção e para qualquer profundidade do corpo.
- Proporciona maior contraste entre diferentes tecidos.



Escaneador de ressonância magnética

IA725 - 1s2009 - Ting

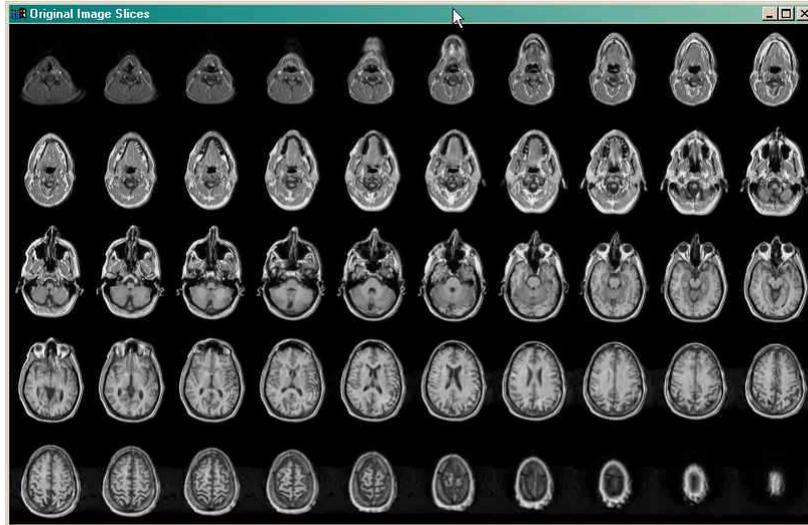
## Escaner de MRI



IA725 - 1s2009 - Ting

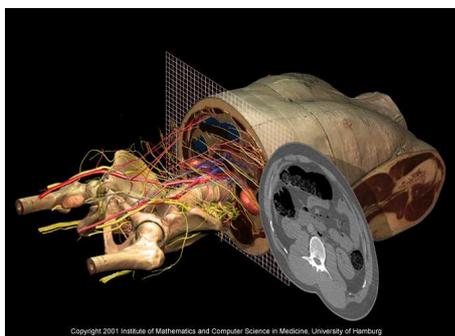
# MRI

## Exemplos

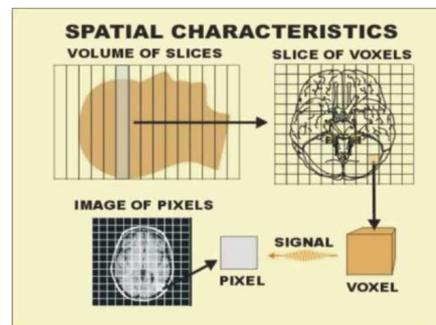
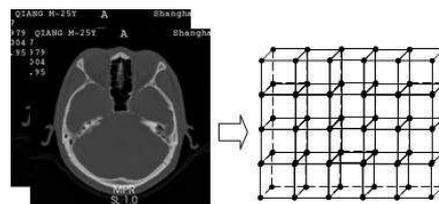


IA725 - 1s2009 - Ting

## Voxelização

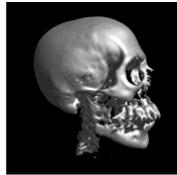
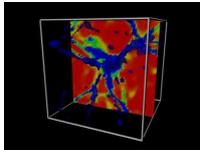
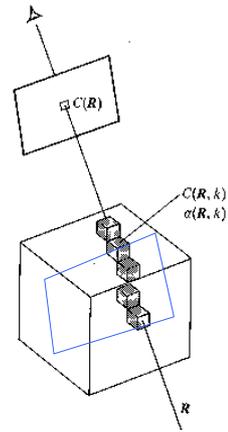


IA725 - 1s2009 - Ting



## Visualização de Dados

- Projetar sobre cada *pixel* da imagem o conjunto de amostras 3D ao longo do raio de projeção que passa pelo *pixel*.
- O que visualizar?
  - Uma das fatias?
  - Uma isosuperfície (conjunto de amostras de mesma densidade)?
  - Todas as amostras?

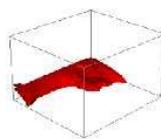


IA725 - 1s2009 - Ting

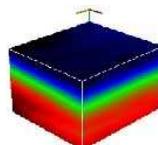
<http://www.vis.uni-stuttgart.de/eng/research/fields/current/spvolren/>

## Visualização de Dados Exemplos

### Temperature

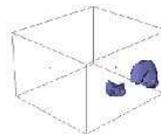


Iso-surface

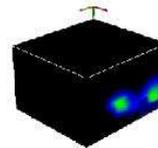


Volume Rendering

### Rain Water



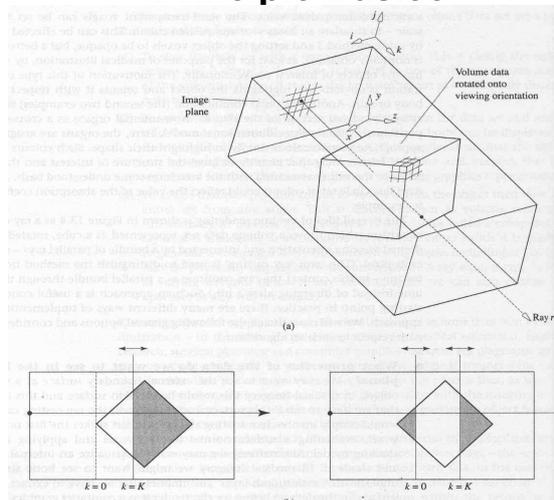
Iso-surface



Volume Rendering

IA725 - 1s2009 -

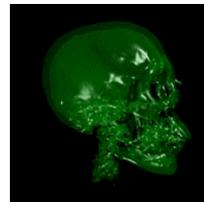
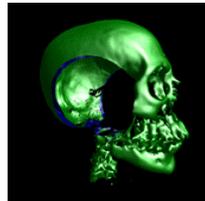
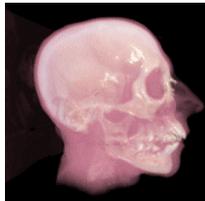
## Visualização de Dados Princípio Básico



IA725 - 1s2009 - Ting

## Visualização de Dados

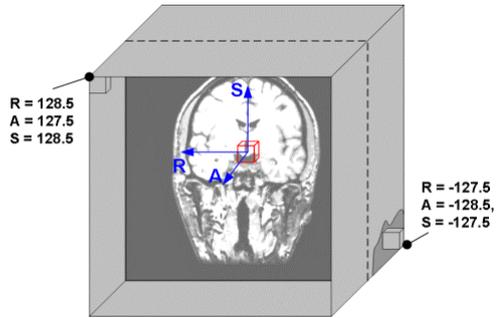
- As técnicas podem diferir em
  - propriedades dos dados que são mapeados
  - precisão da correspondência entre os dados reais e os dados visualizados.
  - mapeamento entre *voxels* e *pixels*.



IA725 - 1s2009 - Ting

## Imageamento Direto

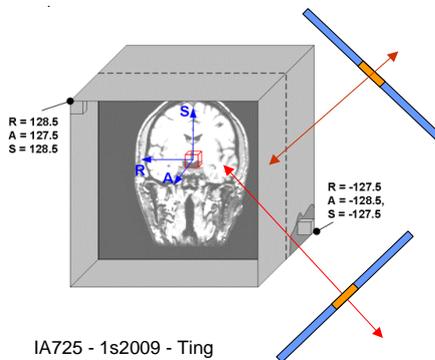
- Dados = Um “bloco” de *voxels*.
- Cada *voxel*  $\leftrightarrow$  “extensão” de uma fatia de amostras de materiais.
- Cada amostra de material  $\leftrightarrow$  um coeficiente de absorção (de ar, gordura, tecido mole, osso ou combinação destes).
- Cada coeficiente de absorção  $\leftrightarrow$  uma densidade.



IA725 - 1s2009 - Ting

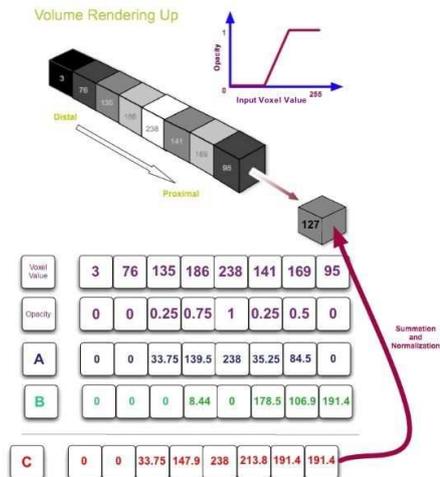
## Imageamento Direto

- Mapear cada densidade a uma cor.
- Transformar o bloco de dados no referencial da câmera.
- Determinar a cor de cada *pixel* com base no que se deseja ver e nas cores dos *voxels* ao longo do raio.



IA725 - 1s2009 - Ting

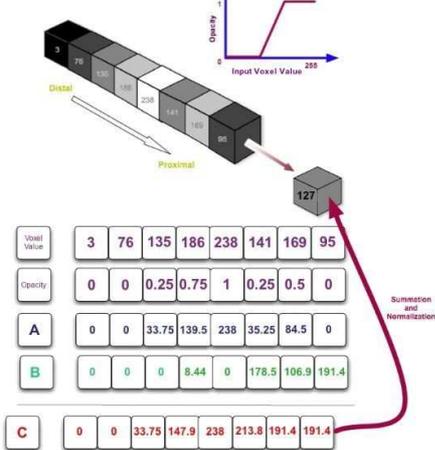
### Volume Rendering Up



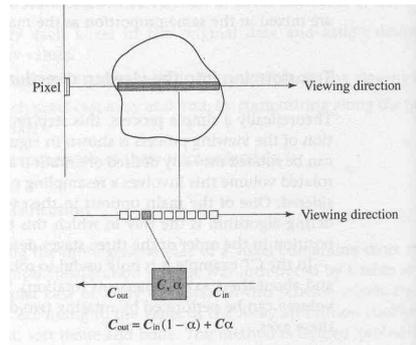
$$C_{out} = C_{in}(1 - \alpha) + C\alpha$$

# Imageamento Direto

Volume Rendering Up



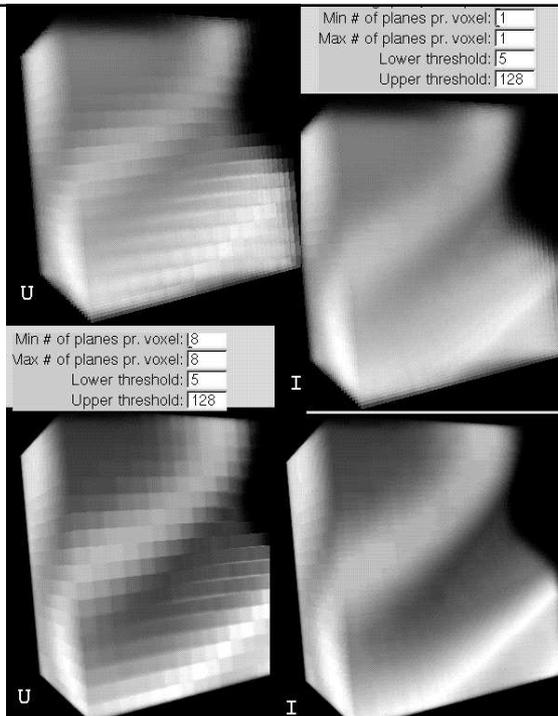
$$C_{out} = C_{in}(1 - \alpha) + C\alpha$$



IA725 - 1s2009 - Ting

## Imageamento Direto

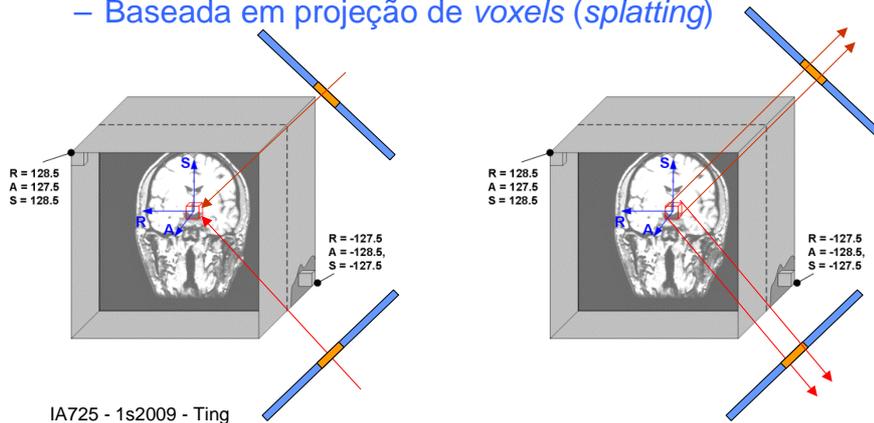
- Aumentar a quantidade de fatias resulta em uma tonalização mais suave.



IA725 - 1s2009 - Ting

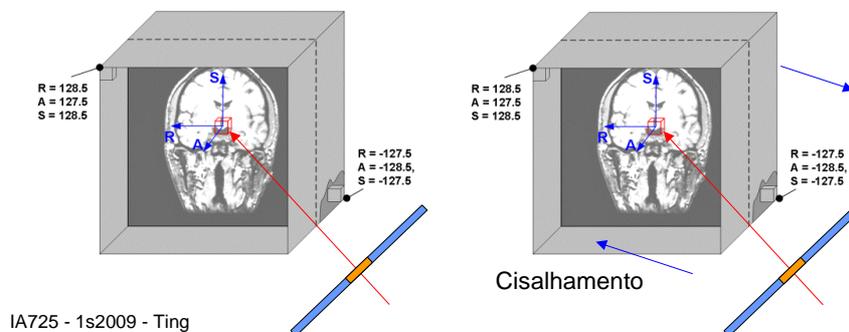
## Imageamento Direto

- Duas formas de projeção:
  - Baseada em traçado de raios
  - Baseada em projeção de *voxels* (*splatting*)



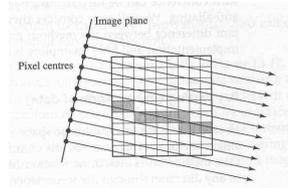
## Imageamento Direto Traçado de raios

- Duas alternativas:
  - Dados inalterados → reamostragem
  - Dados sujeitos a transformações geométricas → reamostragem

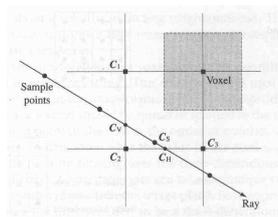


## Traçado de Raios

- Determinar os voxels que interceptam cada raio: algoritmo DDA ou Bresenham 3D

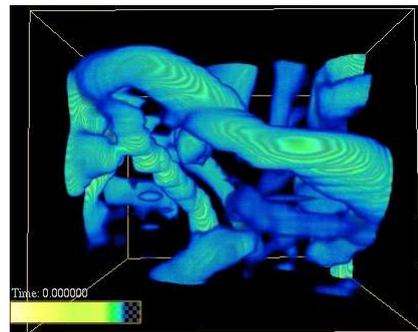
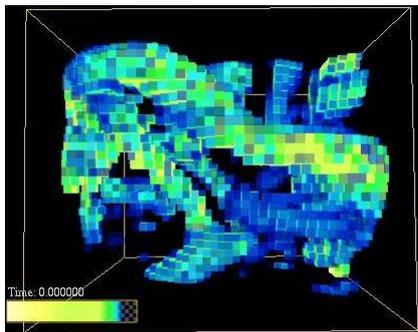


- Reamostragem



IA725 - 1s2009 - Ting

## Traçado de Raios Reamostragem



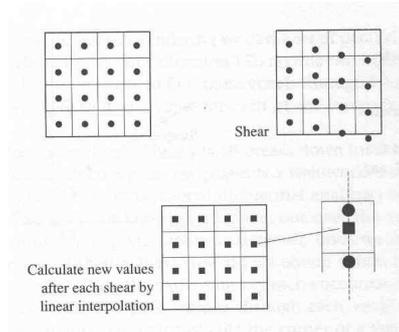
Interpolação trilinear

IA725 - 1s2009 - Ting

<http://prosjekt.ffi.no/unik-4660/lectures04/chapters/Voxel1.html>

## Traçado de Raios

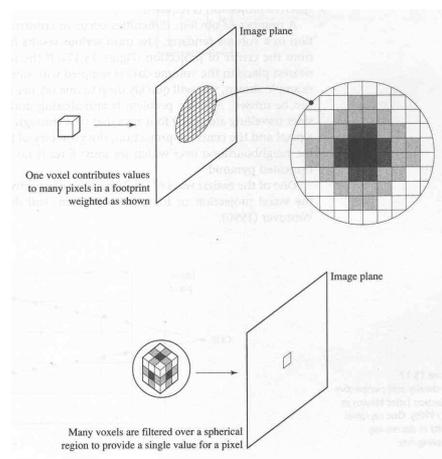
- Cisalhamento das amostras



IA725 - 1s2009 - Ting

## Método de Projeção de Voxel

- É um compromisso entre a qualidade e a velocidade.
- Projeta-se simultaneamente um "plano de voxels", que se desloca para frente ou para trás em relação ao plano de imagem.
- Cada *voxel* é "jogado" sobre o plano de imagem, deixando "marcas" sobre ele.



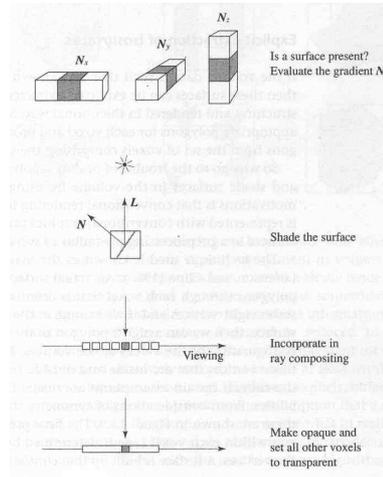
IA725 - 1s2009 - Ting

## Imageamento por Isosuperfície

- “Extrair” o subconjunto de *voxels* que apresentam a mesma densidade → superfície.
- Redução do problema de imageamento volumétrico em imageamento de superfície.
- Estima-se a normal em cada *voxel* pelo gradiente de intensidades.
 
$$N_x = R(x+1, y, z) - R(x-1, y, z)$$

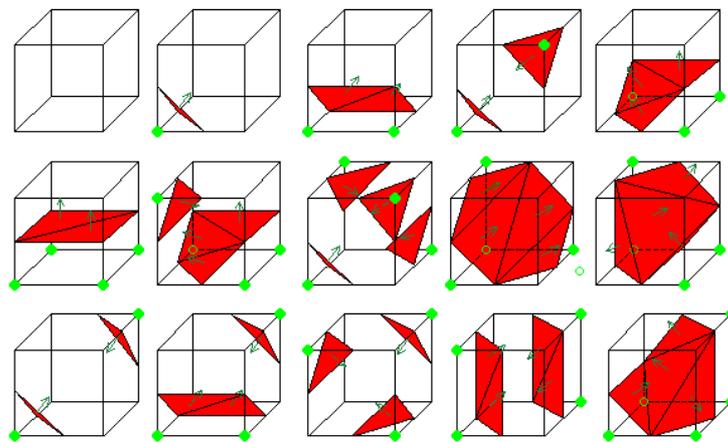
$$N_y = R(x, y+1, z) - R(x, y-1, z)$$

$$N_z = R(x, y, z+1) - R(x, y, z-1)$$
- Determinar a intensidade luminosa com um modelo de iluminação clássico, como *Phong*.



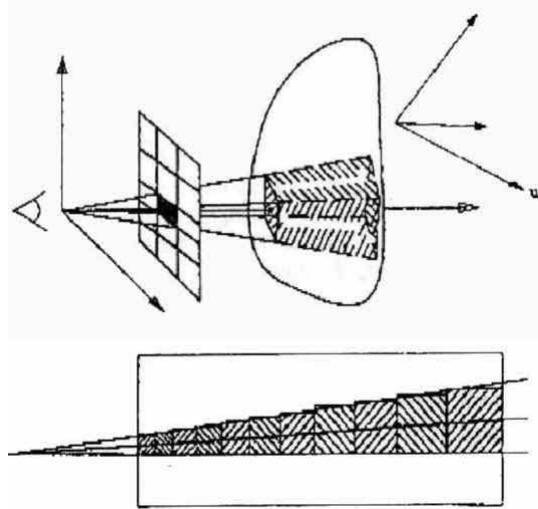
IA725 - 1s2009 - Ting

## Extração de Isosuperfície “Contínua” Marching Cube



IA725 - 1s2009 - Ting

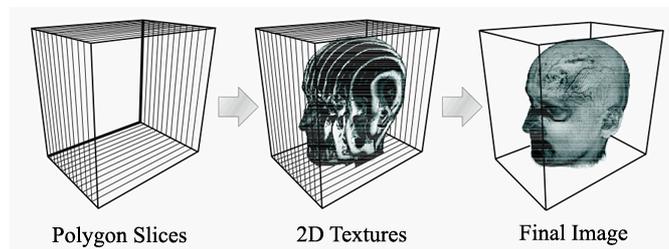
## Projeção Perspectiva



IA725 - 1s2009 - Ting

## Imageamento por Texturização

- Fatias como texturas 2D.



IA725 - 1s2009 - Ting