

IA725 – Computação Gráfica I

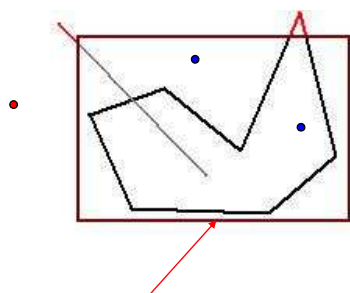
Fluxo Gráfico - Imageamento

Watt: Capítulo 9

Redbook: Capítulo 9

Recorte (*Clipping*)

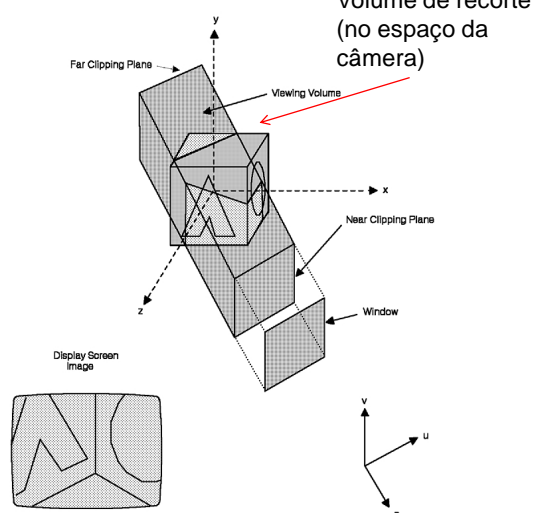
Partição em dois subespaços: interior e exterior.



Caixa de recorte (no espaço de imagem)

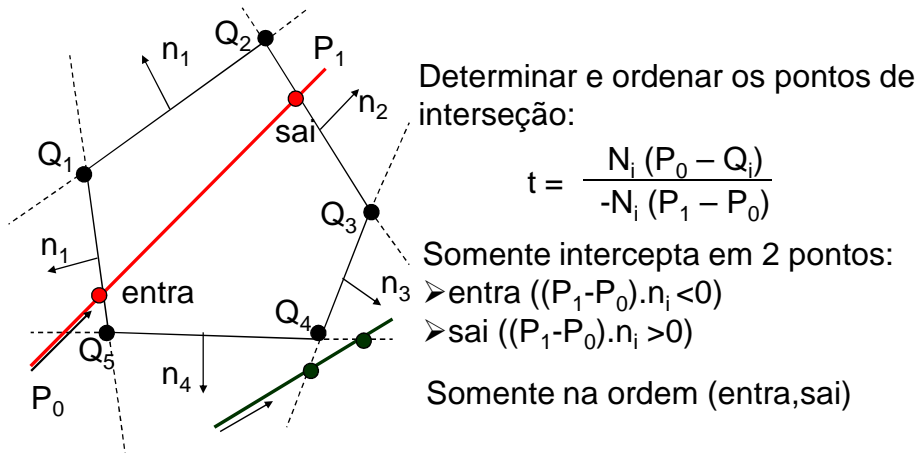
IA725 – 1s2009 - Ting

PART 2: CHANGE THE SIZE OF THE WINDOW FOR ZOOM EFFECT



Recorte (*Clipping*)

Algoritmo de Cyrus-Becker
Caixa de recorte convexa



IA725 – 1s2009 - Ting

Recorte em 3D (w=1)

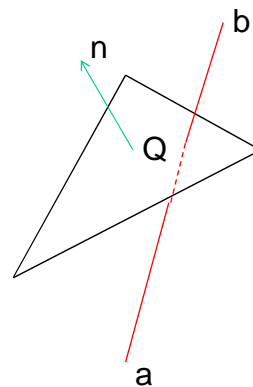
Interseção segmento-plano

$$P(t) = a + t(b-a)$$

$$f(P(t)) = n(P(t) - Q) = 0$$

$$n((a + t(b-a)) - Q) = 0$$

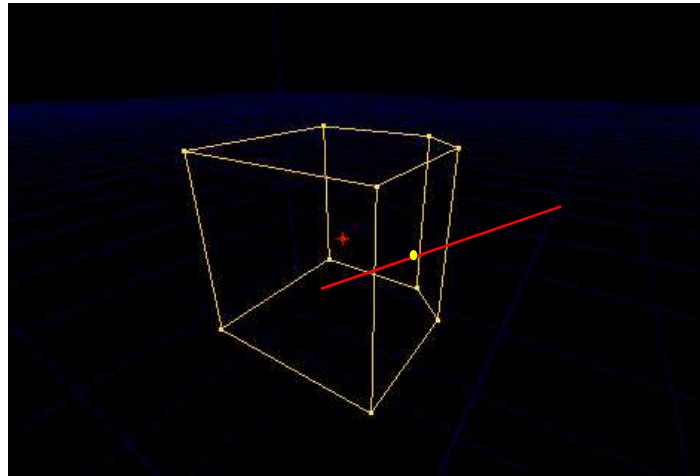
$$t = \frac{n(a - Q)}{n(a - b)}$$



IA725 – 1s2009 - Ting

Recorte em 3D (w=1)

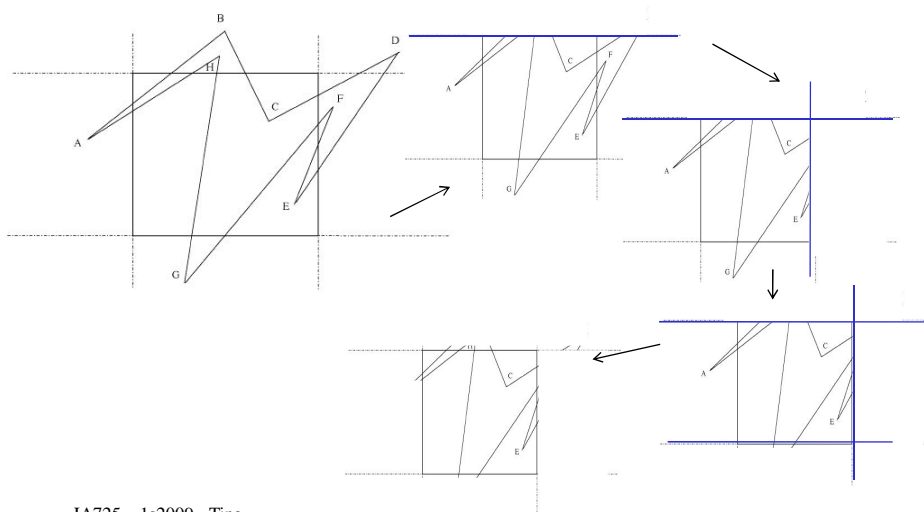
Algoritmo de Liang-Barsky



IA725 – 1s2009 - Ting

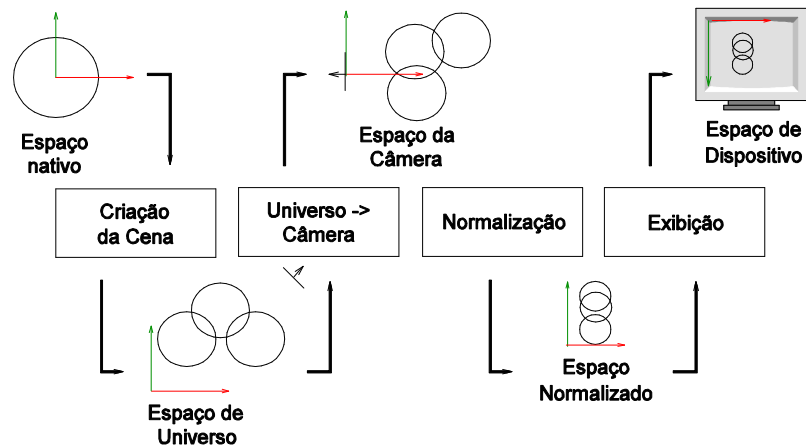
Recorte em 2D

Algoritmo de Sutherland-Hodgman



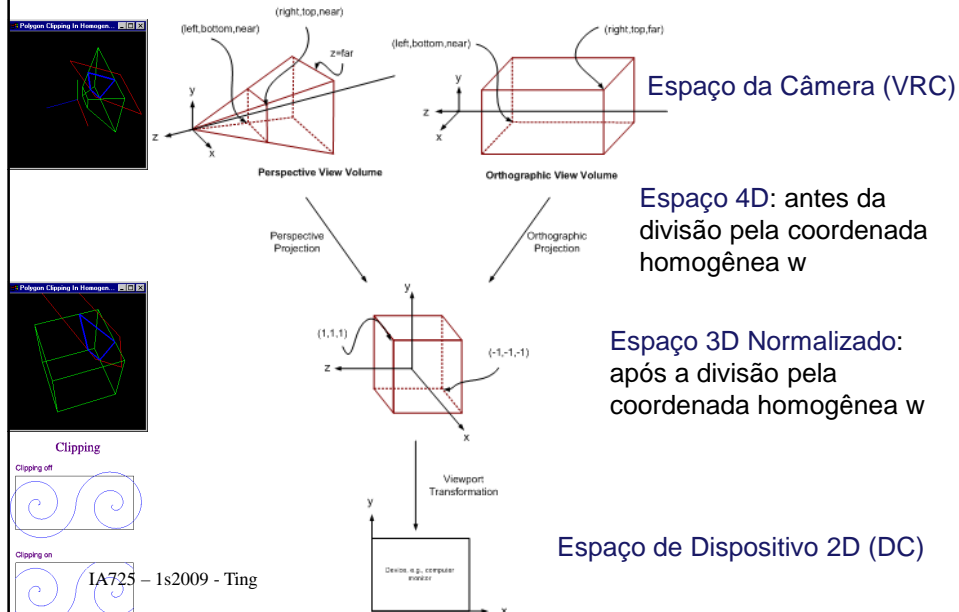
IA725 – 1s2009 - Ting

Fluxo de Projeção Em qual espaço?

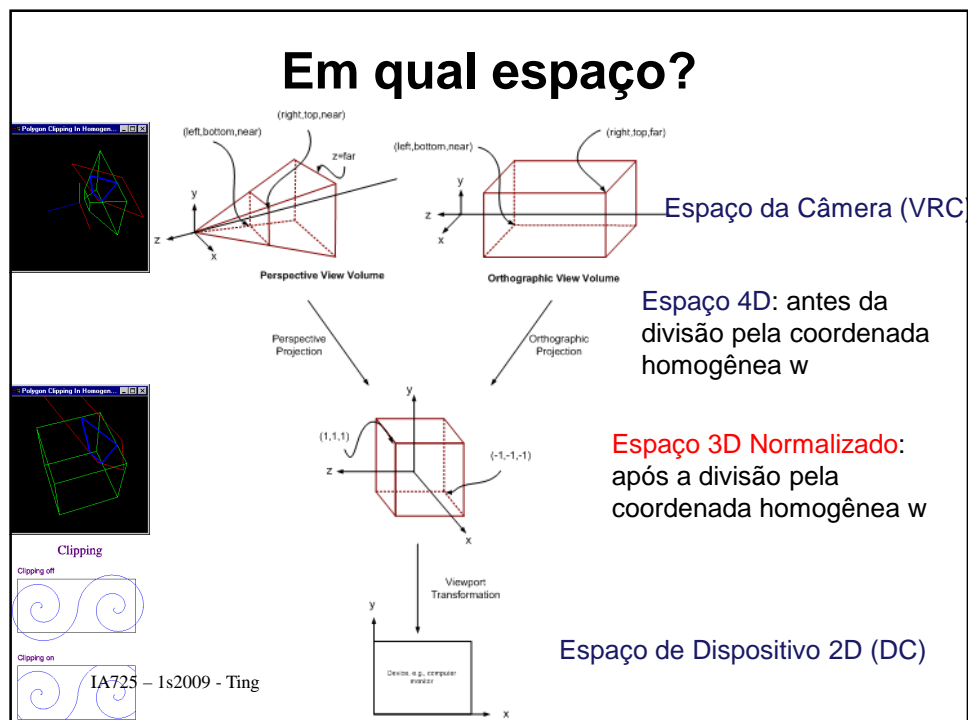
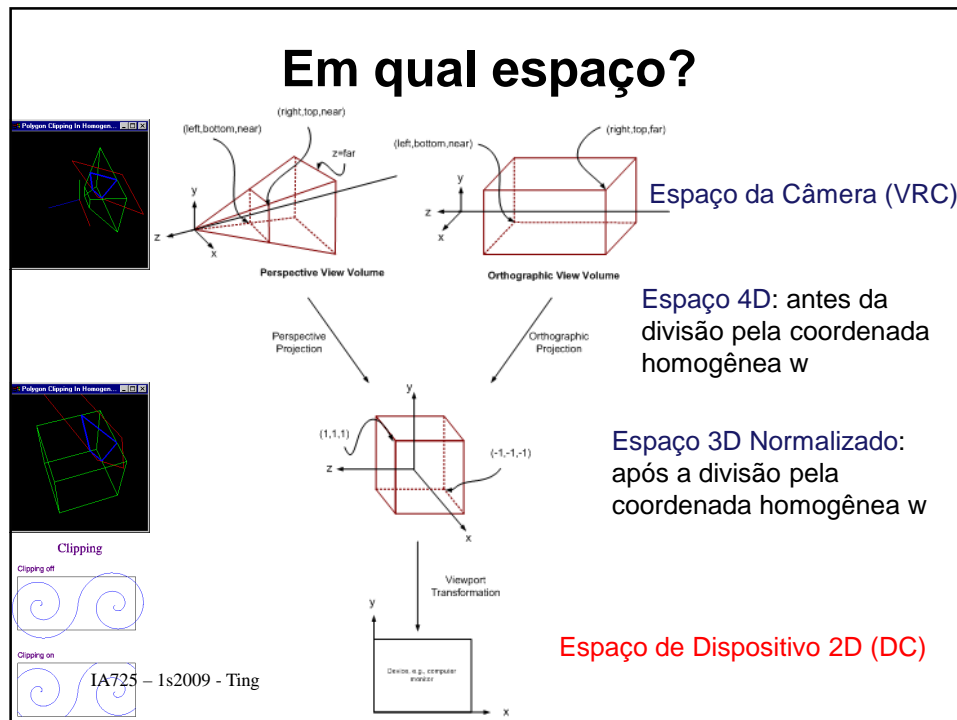


IA725 – 1s2009 - Ting

Em qual espaço?

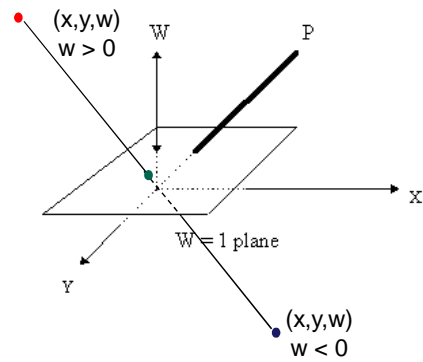


IA725 – 1s2009 - Ting



Recorte em 4D ($w \leq 0$)

Após a divisão por w ?

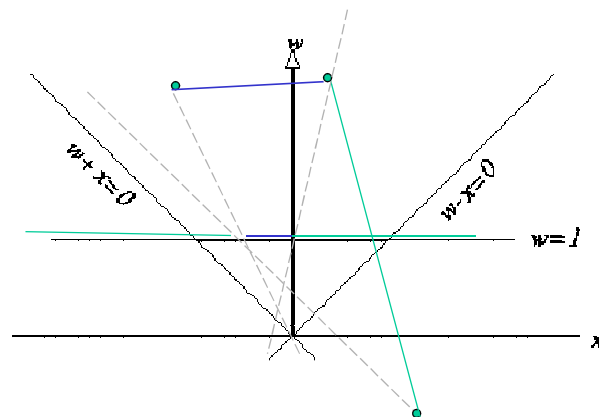


Ambigüidade na projeção $(x/w, y/w, 1)$!

IA725 – 1s2009 - Ting

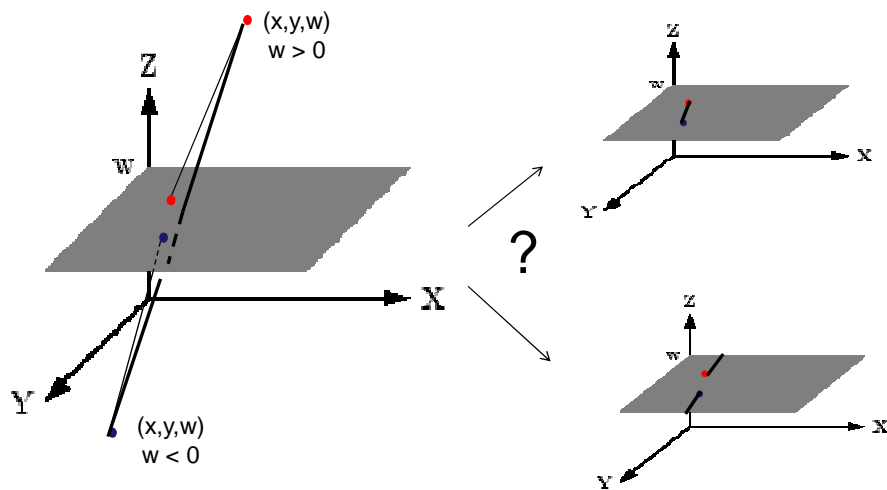
Recorte em 4D ($w \leq 0$)

Recorte de um segmento pode resultar em 2 sub-segmentos!



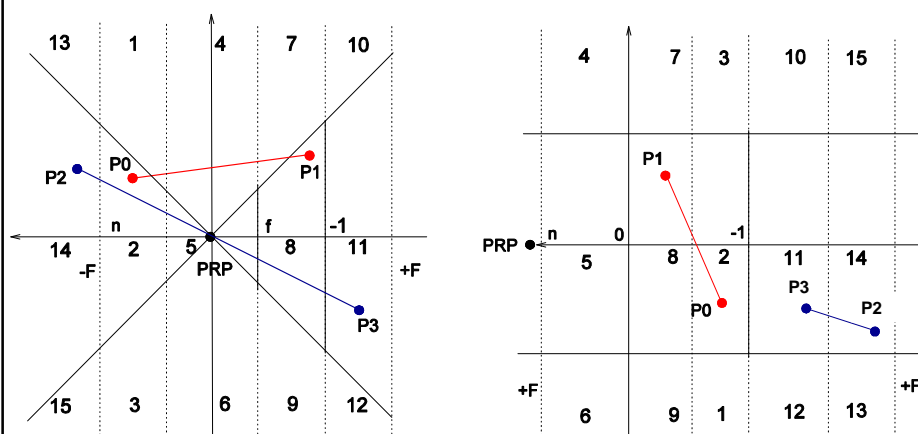
IA725 – 1s2009 - Ting

Recorte em 4D ($w \leq 0$) Após a divisão por w ?

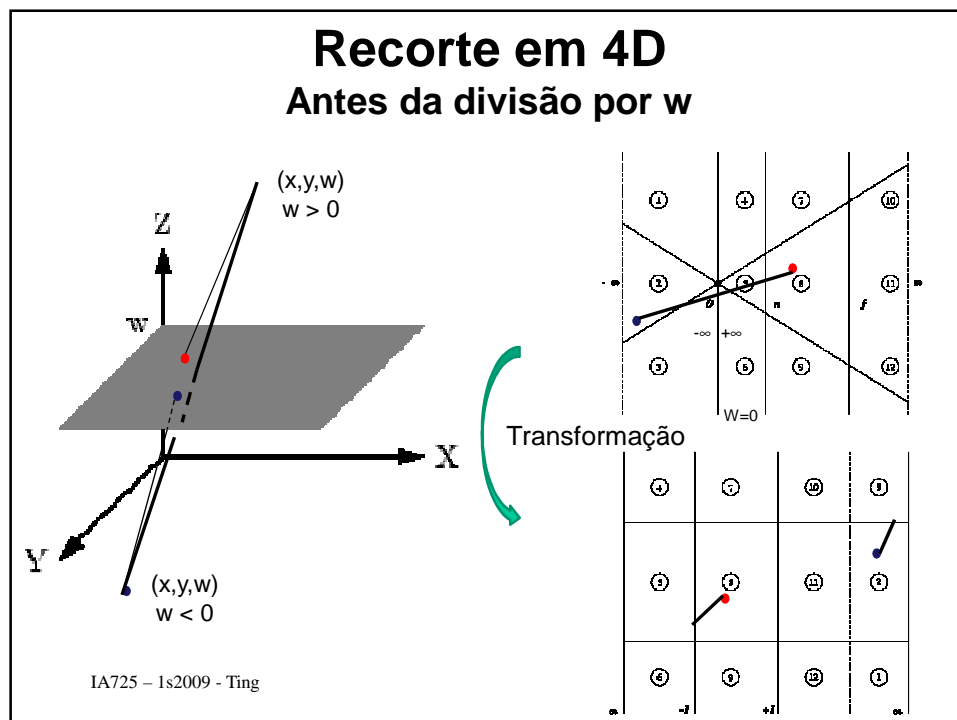
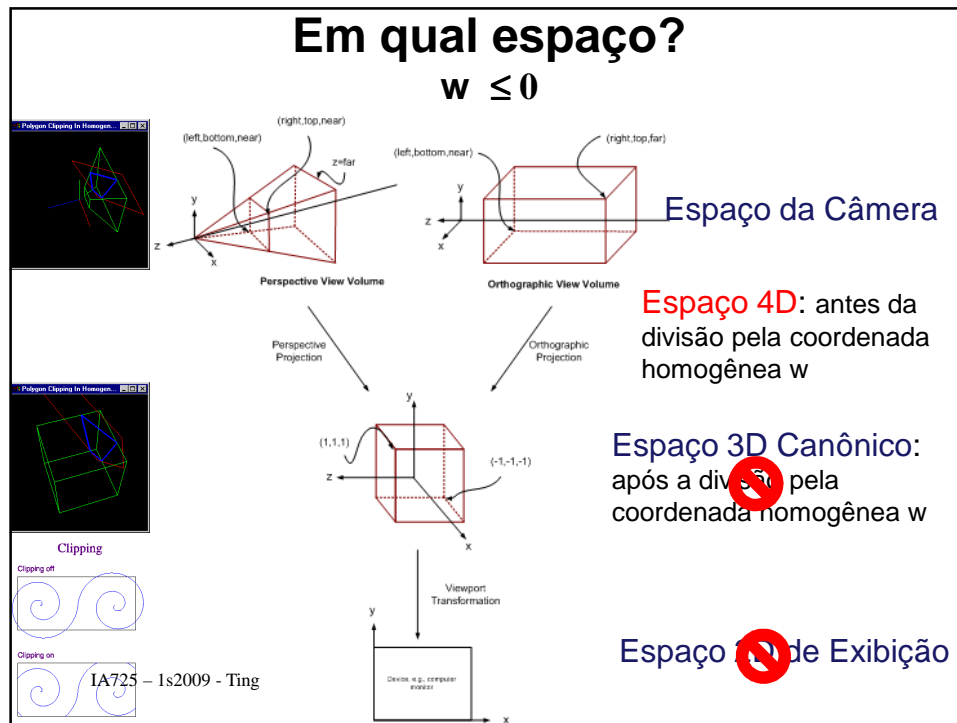


IA725 – 1s2009 - Ting

Recorte em 4D Após a divisão por w

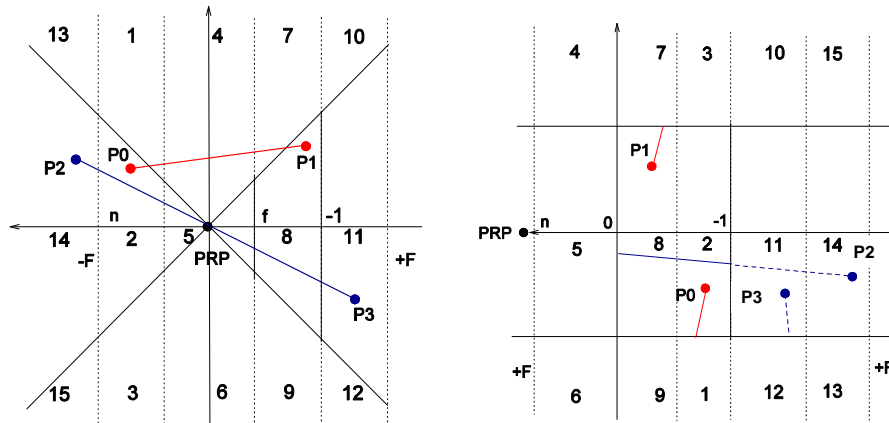


IA725 – 1s2009 - Ting



Recorte em 4D

Antes da divisão por w



IA725 – 1s2009 - Ting

Recorte em 4D

$$-1 \leq \frac{\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}}{\bar{w}} \leq +1$$

$$-w \leq x, y, z \leq w$$

Dado: $P(t) = a + t(b-a)$

Possibilidades:

(entra, sai)

(sai, entra)

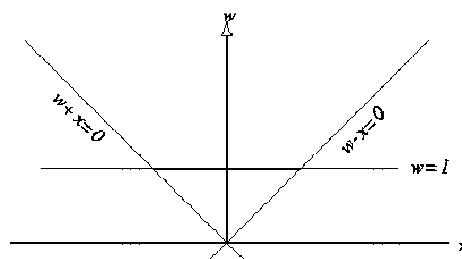
Interseção com $x=-w$:

$$w_a + t(w_b - w_a) = -(x_a + t(x_b - x_a))$$

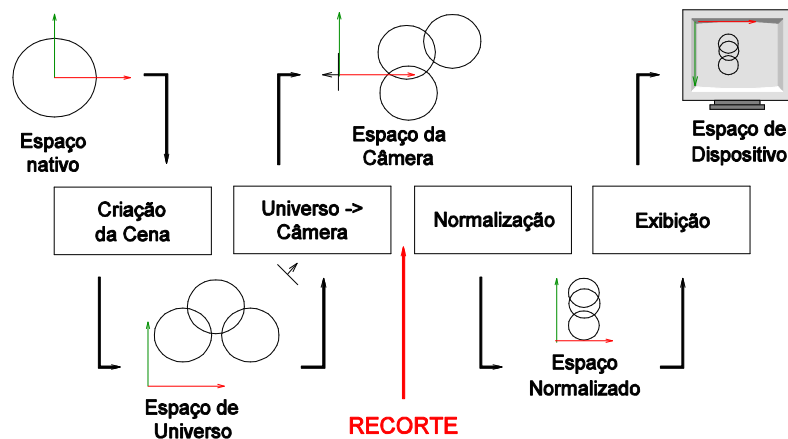
$$t = \frac{w_a + x_a}{(w_a + x_a) - (w_b + x_b)}$$

Analogamente, com
 $x=w$, $y=-w$, $y=w$, $z=-w$,
 $z=w$

IA725 – 1s2009 - Ting

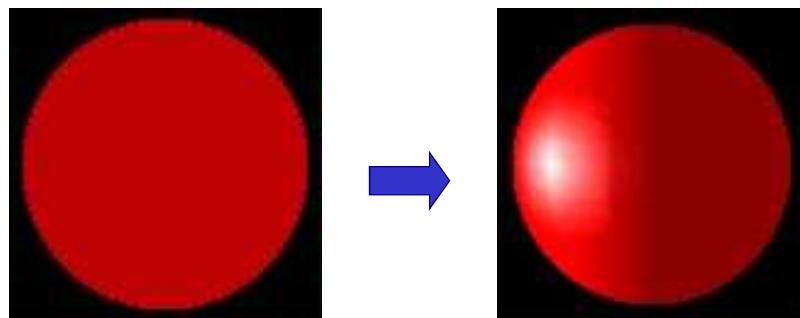


Fluxo de Projeção Espaço de Recorte



IA725 – 1s2009 - Ting

Tonalização



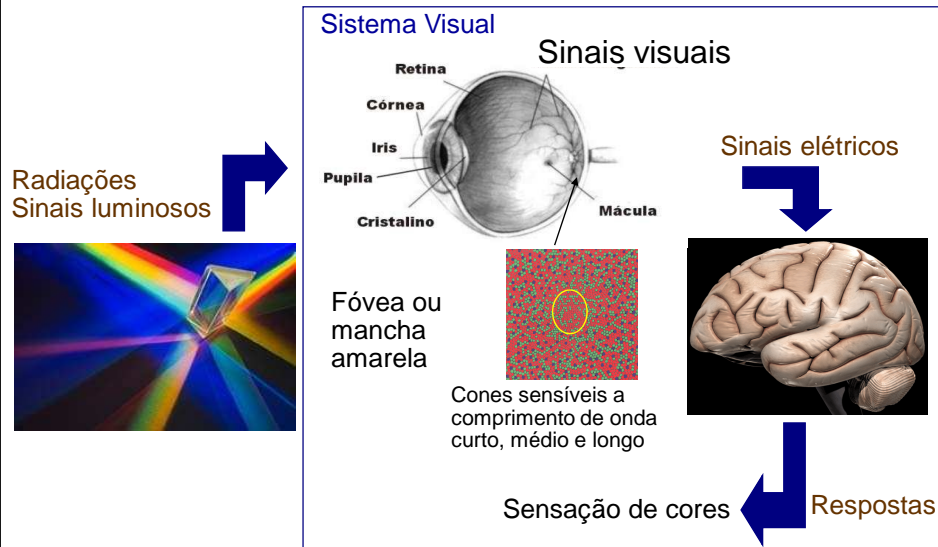
Colorir com mesma cor a superfície

Colorir com tonalidades variadas

Qual das duas imagens parece uma bola vermelha?

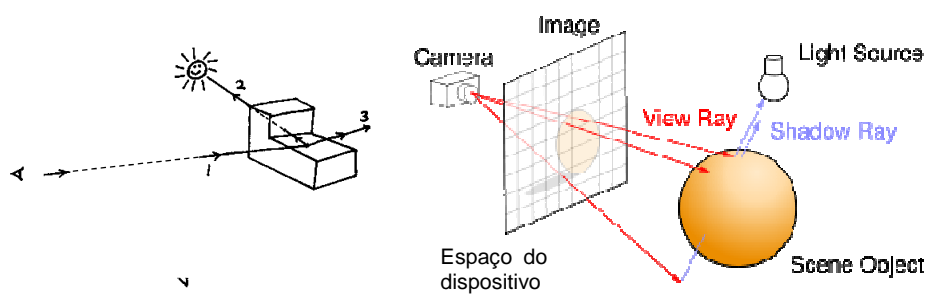
IA725 – 1s2009 - Ting

Percepção de Cores



IA725 – 1s2009 - Ting

Luz x Superfícies x Observador

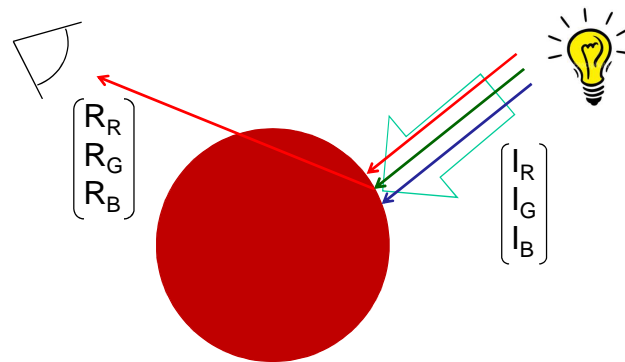


Como se representam radiações luminosas?

IA725 – 1s2009 - Ting

Cor da Luz

Teoria Tricromática



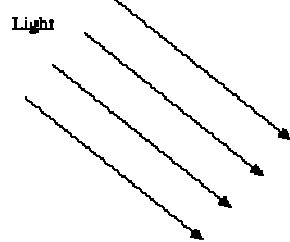
Direção?

IA725 – 1s2009 - Ting

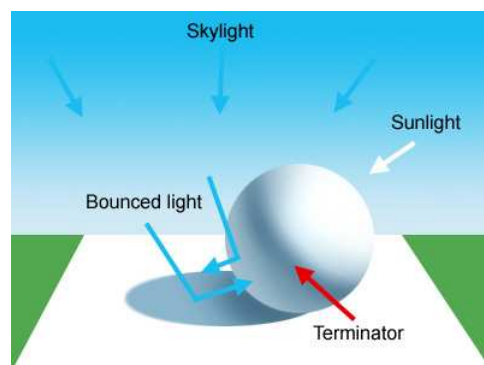
Fontes de Luz

Fonte Direcional ou Distante

$$P_0 = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 0 \end{bmatrix}$$



Direção paralela

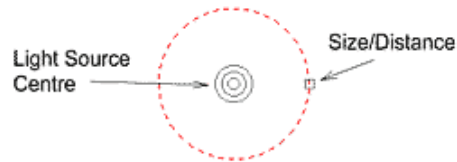


IA725 – 1s2009 - Ting

Fontes de Luz

Fonte Pontual

$$P_0 = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

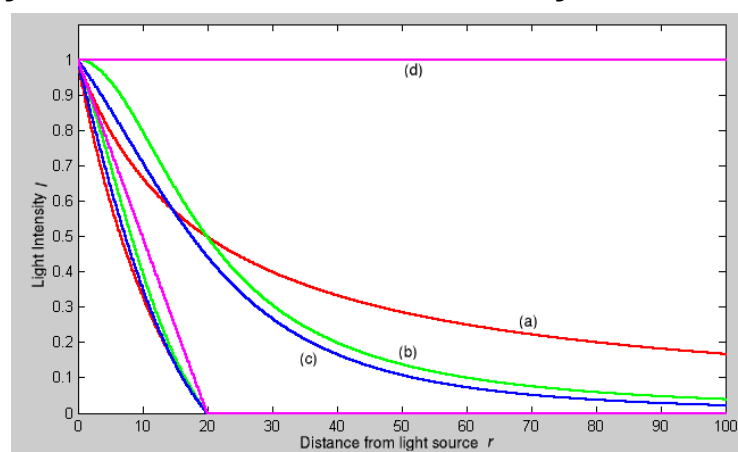


Direção radial

IA725 – 1s2009 - Ting

Fontes de Luz

Redução do fluxo luminoso em função da distância



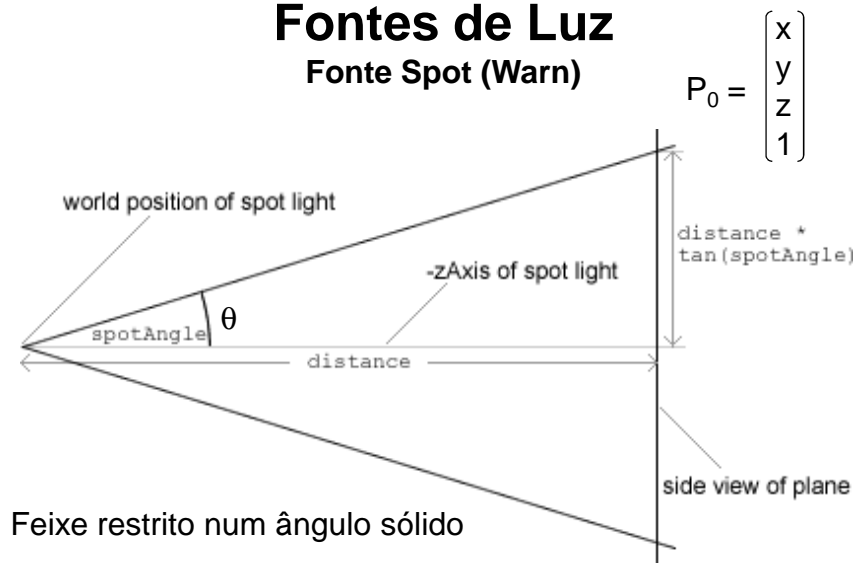
Constante, Linear, Quadrática

IA725 – 1s2009 - Ting

Função de decaimento: $a+br+cr^2$

Fontes de Luz

Fonte Spot (Warn)

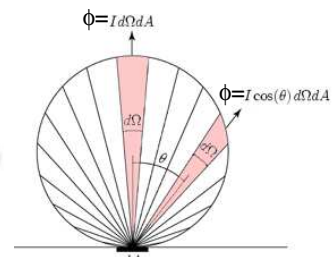
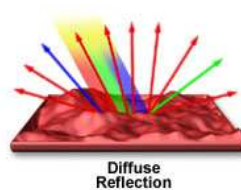


IA725 – 1s2009 - Ting

Modelo de Iluminação Phong

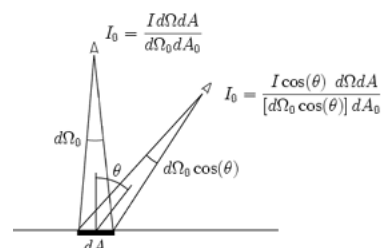
Reflexões Difusas

Intensidade luminosa refletida é diretamente proporcional ao cosseno do ângulo θ



Intensidade percebida pelo observador independe da sua posição

$$I_d = k_d I_d \cos \theta$$



IA725 – 1s2009 - Ting

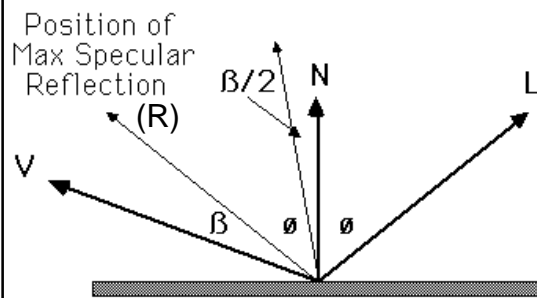
Modelo de Iluminação Phong

Reflexões Especulares

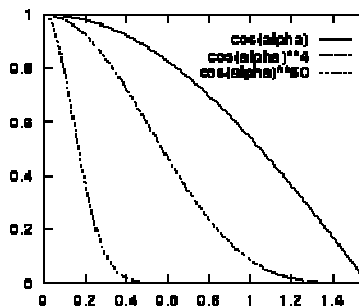


Intensidade luminosa refletida é diretamente proporcional à potência α do coseno do ângulo β

$$I_s = k_s I_s (\cos\beta)^\alpha$$



IA725 – 1s2009 - Ting



Modelo de Iluminação Phong

Multireflexões



Intensidade luminosa comum para todos os pontos do ambiente

$$I_a = k_a I_a$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Modelo de Iluminação Phong



ambiente

Modelo de Phong

$$I_p = k_a I_a + k_d I_d \cos\theta + k_s I_s (\cos\beta)^\alpha$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Modelo de Iluminação Phong



ambiente

Modelo de Phong

$$I_p = k_a I_a + k_d I_d \cos\theta + k_s I_s (\cos\beta)^\alpha$$

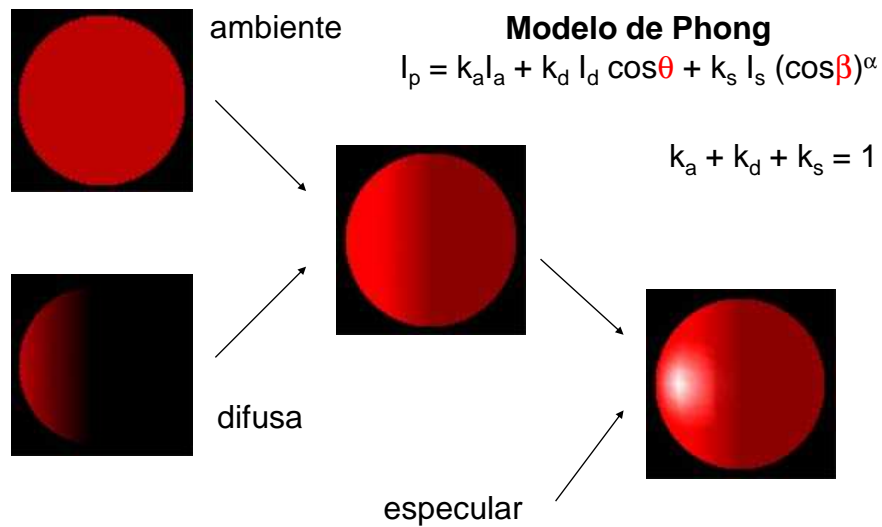


difusa



IA725 – 1s2009 - Ting

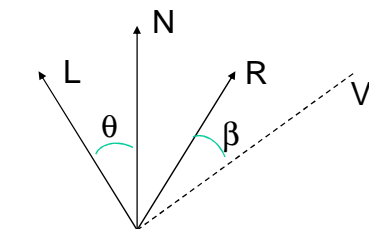
Modelo de Iluminação Phong



IA725 – 1s2009 - Ting

Modelo de Iluminação Phong

$$I_p = k_a I_a + k_d I_d \cos\theta + k_s I_s (\cos\beta)^\alpha$$



$$\cos\theta = \mathbf{N} \cdot \mathbf{L} / (|\mathbf{N}| |\mathbf{L}|)$$

$$\cos\beta = \mathbf{R} \cdot \mathbf{V} / (|\mathbf{R}| |\mathbf{V}|)$$

$$\mathbf{R} = 2\mathbf{N}(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) - \mathbf{L}$$

Vetor Normal no cálculo da componente especular!!

IA725 – 1s2009 - Ting

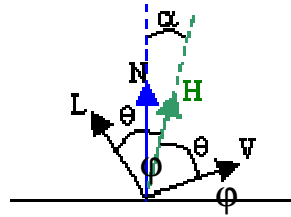
Modelo de Phong Modificado

$$I_p = k_a I_a + k_d I_d \cos\theta + k_s I_s (\cos\phi)^{\alpha'}$$

$$H = \frac{L + V}{\|L + V\|}$$

Intensidade luminosa refletida é diretamente proporcional à potência α' do coseno do ângulo θ

$$I_s = k_s I_s (\cos\phi)^{\alpha'}$$



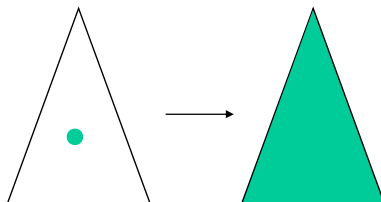
Vantagem: Quando a fonte luminosa e o observador forem distantes, H é constante.

IA725 – 1s2009 - Ting

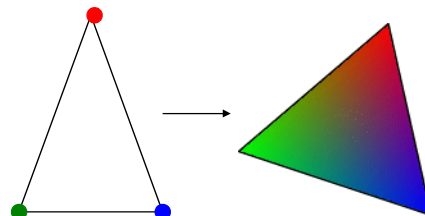
Tonalização (*Shading*)

Calcular as propriedades gráficas ou geométricas em algumas amostras e **propagá-las** para o restante dos pontos

Cópia (*Flat shading*)



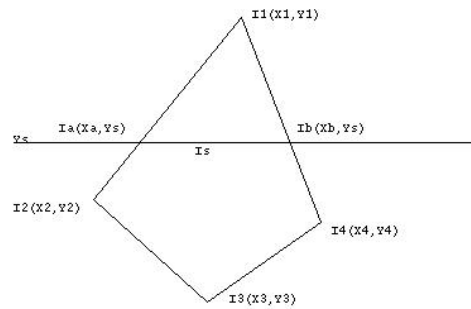
Interpolação (*Gouraud shading*)



IA725 – 1s2009 - Ting

Tonalização

Interpolação Linear de Intensidades



Gouraud Shading

Interpolação linear de intensidades

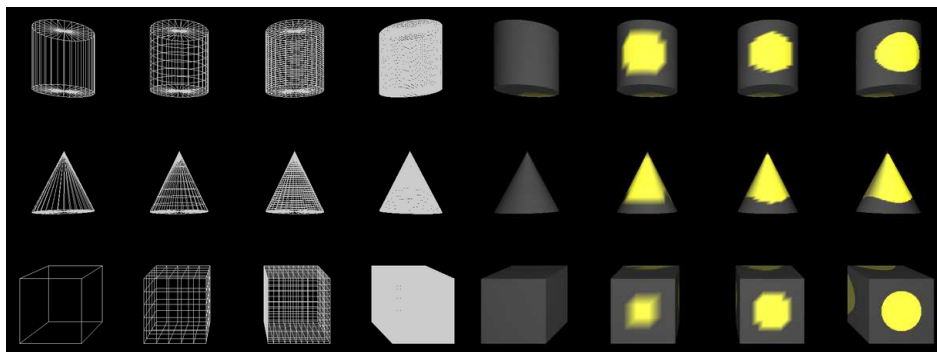
$$I_a(t) = t I_1 + (1-t) I_2$$

$$I_b(t) = t I_3 + (1-t) I_4$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Tonalização

Interpolação Linear

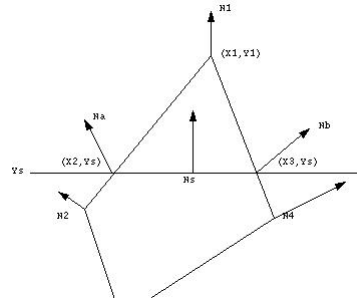


Resultados distintos para diferentes triangulações
Perda de pontos de brilho

IA725 – 1s2009 - Ting

Tonalização

Interpolação Linear de Intensidades



Phong Shading

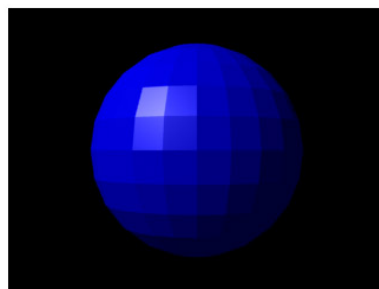
Interpolação linear de vetores normais

$$N_a(t) = t N_1 + (1-t) N_2$$

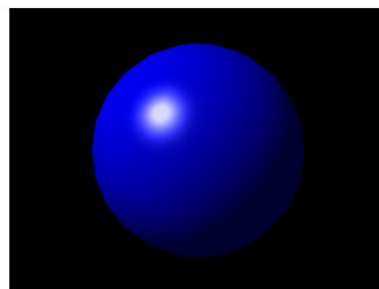
$$N_b(t) = t N_1 + (1-t) N_4$$

IA725 – 1s2009 - Ting

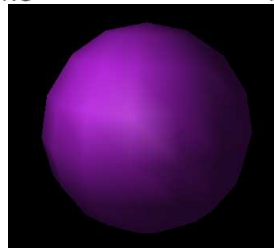
Tonalização



FLAT SHADING



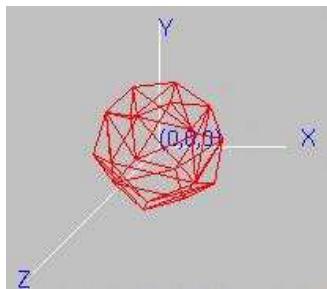
PHONG SHADING



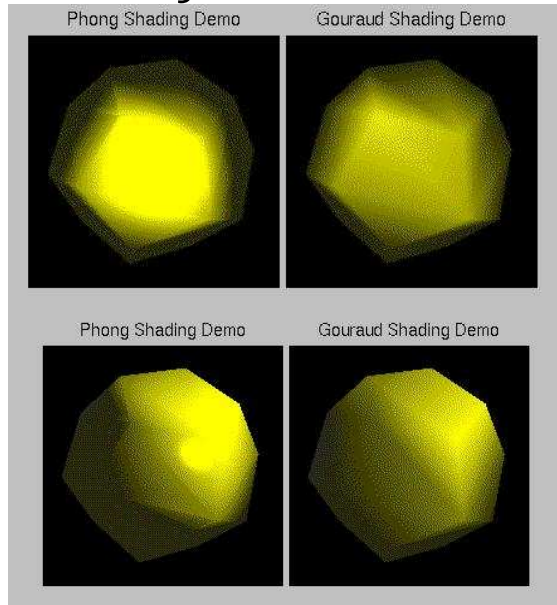
GOURAUD SHADING

IA725 – 1s2009 - Ting

Tonalização



IA725 – 1s2009 - Ting

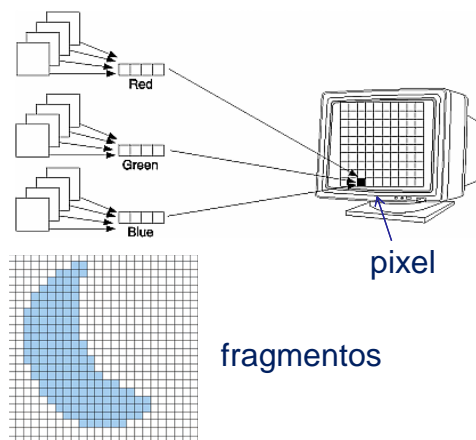


Rasterização: Fragmentos

Conversão de informações vetoriais em fragmentos



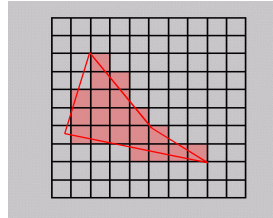
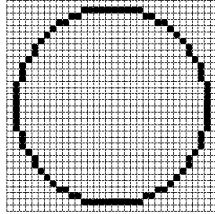
Discretização



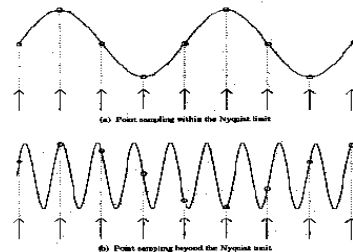
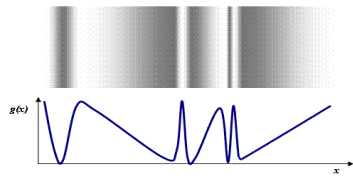
IA725 – 1s2009 - Ting

Duas Abordagens

Geométrica (Rasterização): *pixels* que sobrepõem os objetos vetoriais



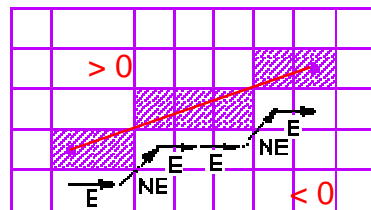
Espectral (Amostragem): amostragem da função de intensidade definida no domínio espacial



Rasterização de Segmentos

Algoritmo de Ponto Médio

$$f(x,y) = (y_1 - y_F) x + (x_F - x_1) y + C = -\Delta y x + \Delta x y + C = 0$$



Se $(y_1 - y_0) < (x_1 - x_0)$, ou $\Delta y < \Delta x$,

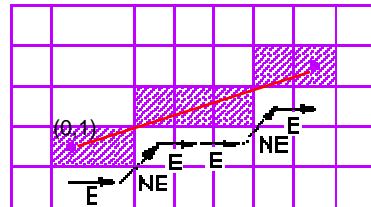
Função de Decisão

$f(x_0+1, y_0+0.5) \geq 0 \longrightarrow f(x_0+1, y_0+0.5)$ acima da reta $f(x,y) \longrightarrow E$

$f(x_0+1, y_0+0.5) < 0 \longrightarrow f(x_0+1, y_0+0.5)$ abaixo da reta $f(x,y) \longrightarrow NE$

Rasterização de Segmentos

Algoritmo de Ponto Médio



$$y = (1/3)x + 1 \longrightarrow f(x,y) = y - (1/3)x - 1; \quad x_0 = 0; y_0 = 1:$$

$$\begin{aligned} f(0+1, 1+0.5) &> 0 \longrightarrow f(1, 1.5) = 1/6 \text{ acima da reta } f(x,y) \longrightarrow E \\ f(1+1, 1+0.5) &< 0 \longrightarrow f(2, 1.5) = -1/6 \text{ abaixo da reta } f(x,y) \longrightarrow NE \\ f(2+1, 2+0.5) &< 0 \longrightarrow f(3, 2.5) = 0.5 \text{ acima da reta } f(x,y) \longrightarrow E \end{aligned}$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Segmentos

Algoritmo de Ponto Médio

Como obter $f(x_i+2, y_i+2)$ de forma eficiente?

➤ Se a direção E for escolhida $y_{i+1} = y_i$:

$$\begin{aligned} f(x_{i+2}, y_{i+2}) &: f(x_i+2, y_i+0.5) \\ f(x_i+2, y_i+0.5) &= -\Delta y (x_i+2) + \Delta x (y_i+0.5) + C \\ &= -\Delta y (x_i+1) - \Delta y + \Delta x (y_i+0.5) + C \\ &= f(x_i+1, y_i+0.5) - \Delta y \\ f(x_i+2, y_i+0.5) &= f(x_i+1, y_i+0.5) - \Delta y \end{aligned}$$

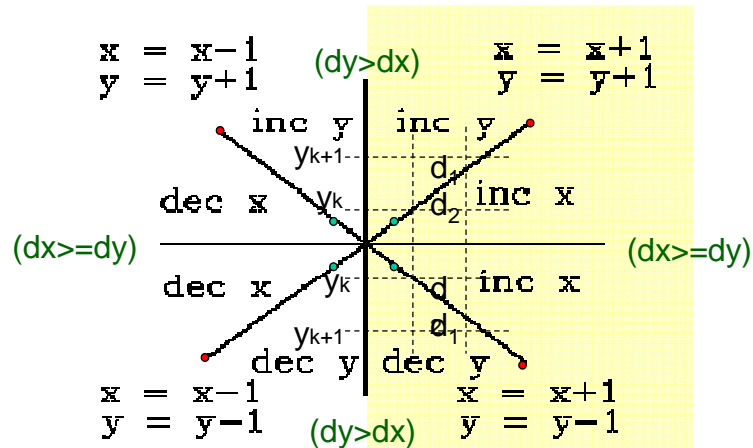
➤ Se a direção NE for escolhida $y_{i+1} = y_i + 1$:

$$\begin{aligned} f(x_{i+2}, y_{i+2}) &: f(x_i+2, y_i+1.5) \\ f(x_i+2, y_i+1.5) &= -\Delta y (x_i+2) + \Delta x (y_i+1.5) + C \\ &= -\Delta y (x_i+1) - \Delta y + \Delta x (y_i+0.5) + \Delta x + C \\ &= f(x_i+1, y_i+0.5) - \Delta y + \Delta x \\ f(x_i+2, y_i+1.5) &= f(x_i+1, y_i+0.5) - \Delta y + \Delta x \end{aligned}$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Segmentos

Linhas: Todos os possíveis casos



Se invertermos os pontos extremos adequadamente, reduzimos em 4 casos

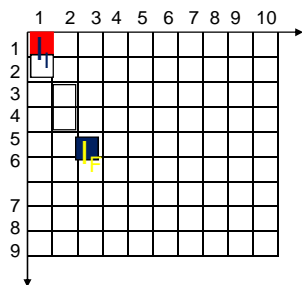
IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Segmentos

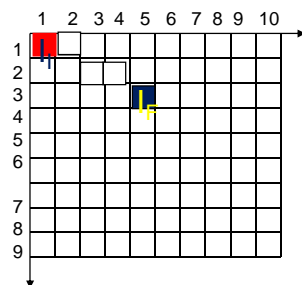
Cor em cada *pixel*

Interpolação linear

$$I_{i+1} = I_i + 1/(\text{maior variação}) (I_F - I_i)$$



$$I_{i+1} = I_i + 1/(\Delta y) (I_F - I_i)$$

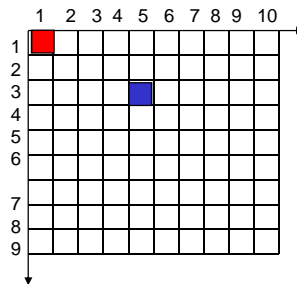


$$I_{i+1} = I_i + 1/(\Delta x) (I_F - I_i)$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Exemplo 1

Rasterize o segmento definido pelos pontos $P_I=(1,1)$ e $P_F=(5,3)$
 $(\Delta x = 4) \geq (\Delta y = 2) \rightarrow x$ "anda" em passo unitário

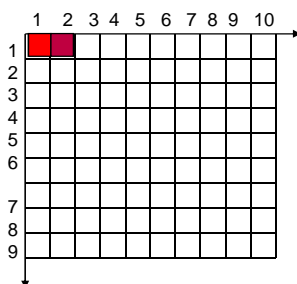


$$\begin{aligned}\Delta y &= 2 & \Delta x &= 4 \\ f(x,y) &= y - 0.5x - 0.5 \\ d_0 &= f(1+1, 1+0.5) = 0 \\ d_0 &\geq 0 \rightarrow y_1 = y_0\end{aligned}$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Exemplo 1

Rasterize o segmento definido pelos pontos $P_I=(1,1)$ e $P_F=(5,3)$
 $(\Delta x = 4) \geq (\Delta y = 2)$ x "anda" em passo unitário



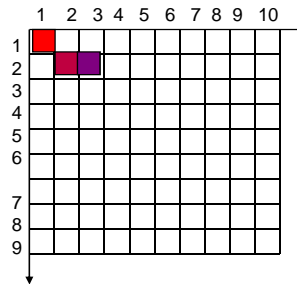
$$\Delta y = 2 \quad \Delta x = 4$$

$$\begin{aligned}y_1 &= y_0 \rightarrow d_1 = d_0 - \Delta y = -2 \\ d_1 &< 0 \rightarrow y_2 = y_1 + 1\end{aligned}$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Exemplo 1

Rasterize o segmento definido pelos pontos $P_I=(1,1)$ e $P_F=(5,3)$
 $(\Delta x = 4) \geq (\Delta y = 2)$ x "anda" em passo unitário



$$\Delta y = 2 \quad \Delta x = 4$$

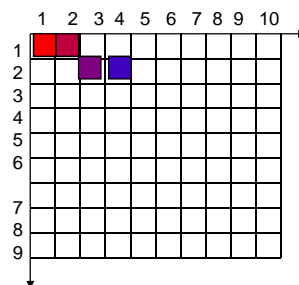
$$y_2 = y_1 + 1 \rightarrow d_2 = d_1 - \Delta y + \Delta x = 0$$

$$d_2 \geq 0 \rightarrow y_3 = y_2$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Exemplo 1

Rasterize o segmento definido pelos pontos $P_I=(1,1)$ e $P_F=(5,3)$
 $(\Delta x = 4) \geq (\Delta y = 2)$ x "anda" em passo unitário



$$\Delta y = 2 \quad \Delta x = 4$$

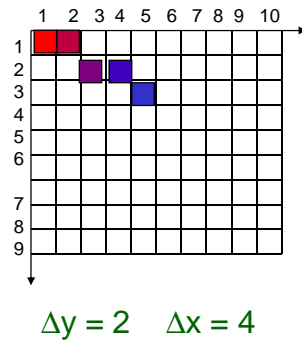
$$y_3 = y_2 \rightarrow d_3 = d_2 - \Delta y = -2$$

$$d_3 < 0 \rightarrow y_4 = y_3 + 1$$

IA725 – 1s2009 - Ting

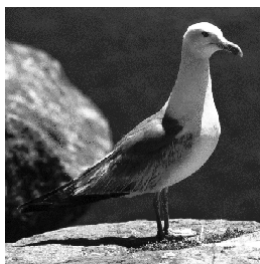
Exemplo 1

Rasterize o segmento definido pelos pontos $P_I=(1,1)$ e $P_F=(5,3)$
 $(\Delta x = 4) \geq (\Delta y = 2)$ x “anda” em passo unitário

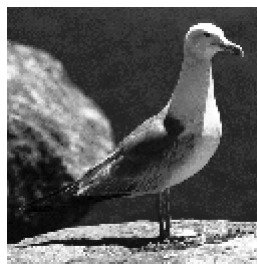


IA725 – 1s2009 - Ting

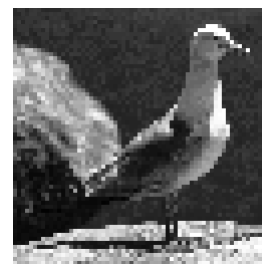
Rasterização



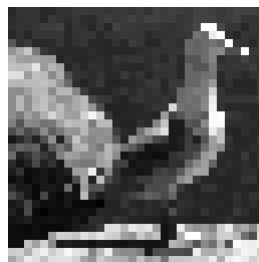
256 x 256



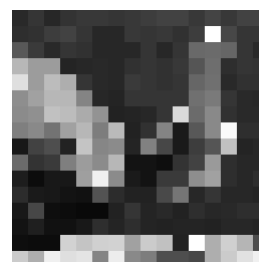
128 x 128



64 x 64



32 x 32

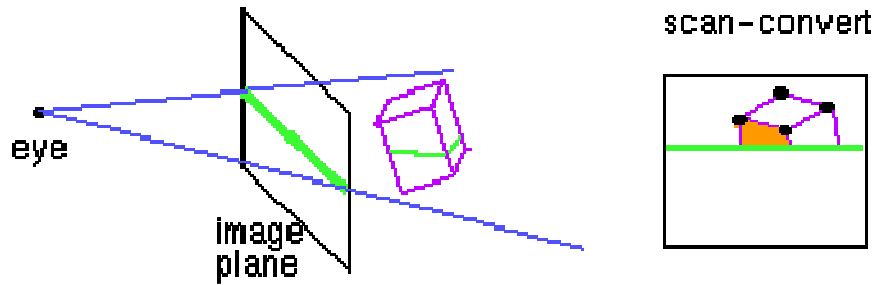


16 x 16

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Princípio de *Scanline*

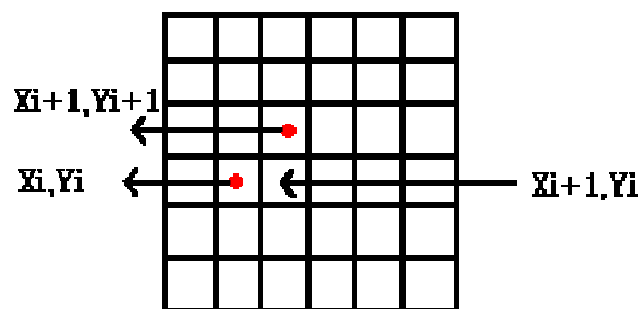


1. Rasterizar borda com DDA
2. Utilizar coerência para preenchimento de linhas

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Segmentos

DDA



$$Y = (\Delta y / \Delta x) X + b$$

$$m = \Delta y / \Delta x = (Y_{i+1} - Y_i) / (X_{i+1} - X_i);$$

$$m \leq 1: Y_{i+1} = Y_i + m$$

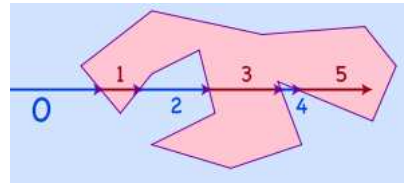
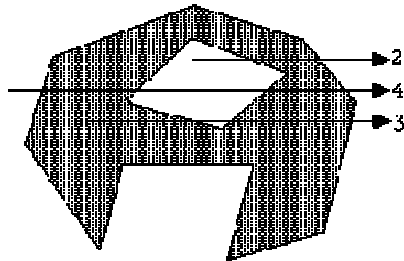
$$m > 1 : X_{i+1} = X_i + 1/m$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Teste de Pertinência

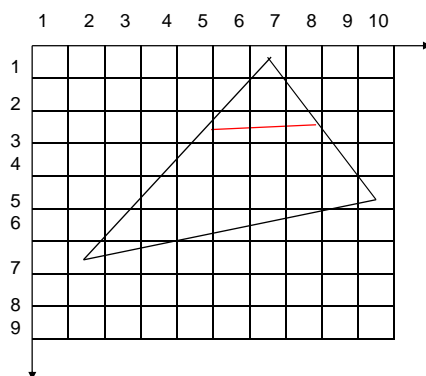
Ray Casting



IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline



Varredura por linha

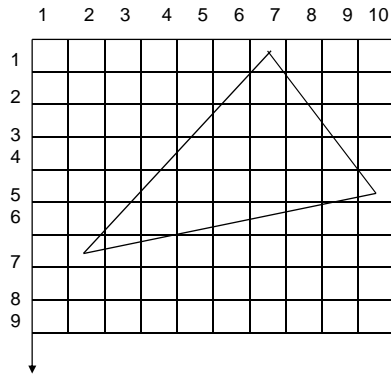
Para cada linha:

1. Determinar os pontos de interseção
2. Ordenar os pontos de interseção
3. Preencher o interior

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline



1. Inserir as arestas na tabela de arestas (ET);

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline

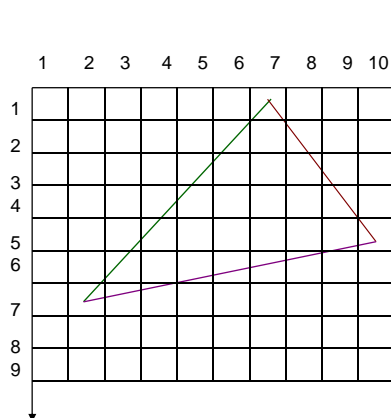


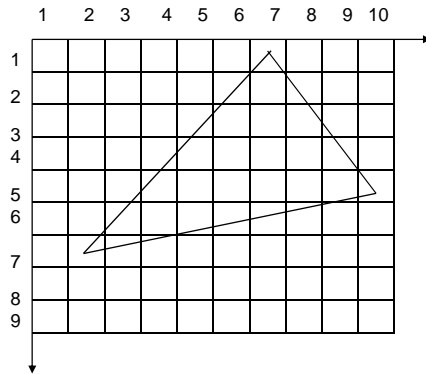
Tabela de Arestas

y_{max}	x	$1/m$	
7	7	3/4	→ 5 7 -5/6
7	10	-4	

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline

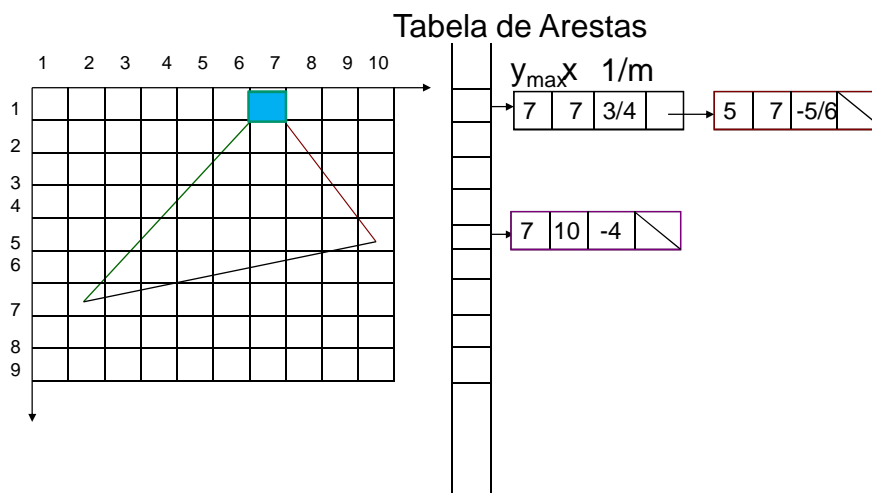


1. Inserir as arestas na tabela de arestas (ET);
2. Setar a linha $y=1$ como ativa;
3. Inicializar a tabela de arestas ativa (AET) para linha ativa, ordenando as células em relação à coordenada x
4. Preencher os intervalos

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

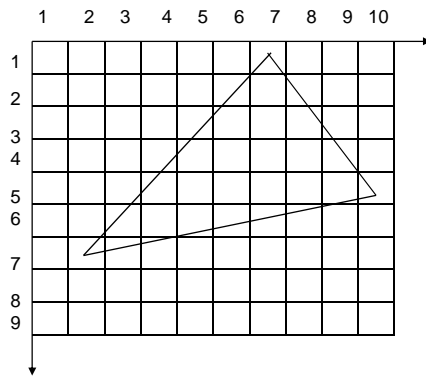
Scanline



IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline

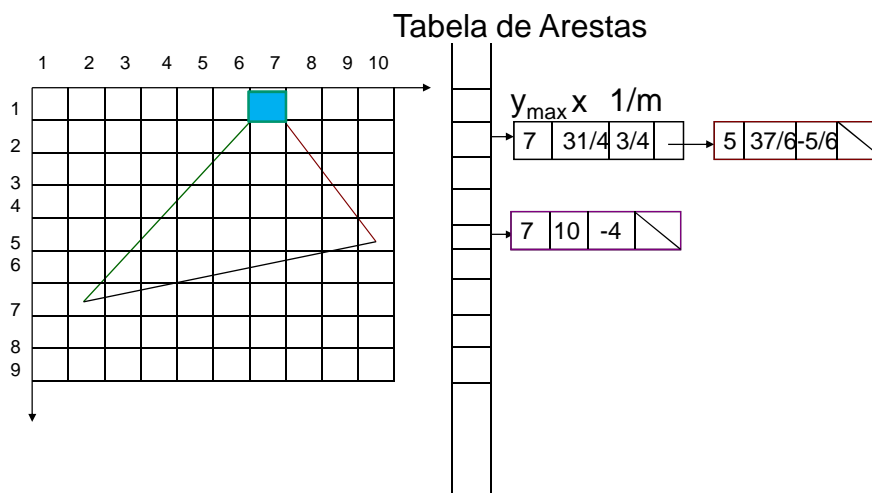


IA725 – 1s2009 - Ting

1. Inserir as arestas na tabela de arestas (ET);
2. Setar a linha $y=1$ como ativa;
3. Inicializar a tabela de arestas ativa (AET) para linha ativa, ordenando as células em relação à coordenada x
4. Preencher os intervalos
5. Se a próxima linha é menor que y_{\max} , atualize x e transfere a célula para a próxima linha

Rasterização de Polígonos

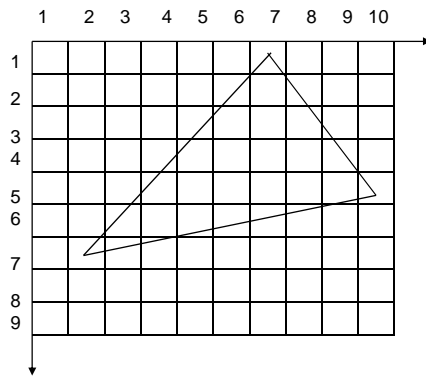
Scanline



IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline

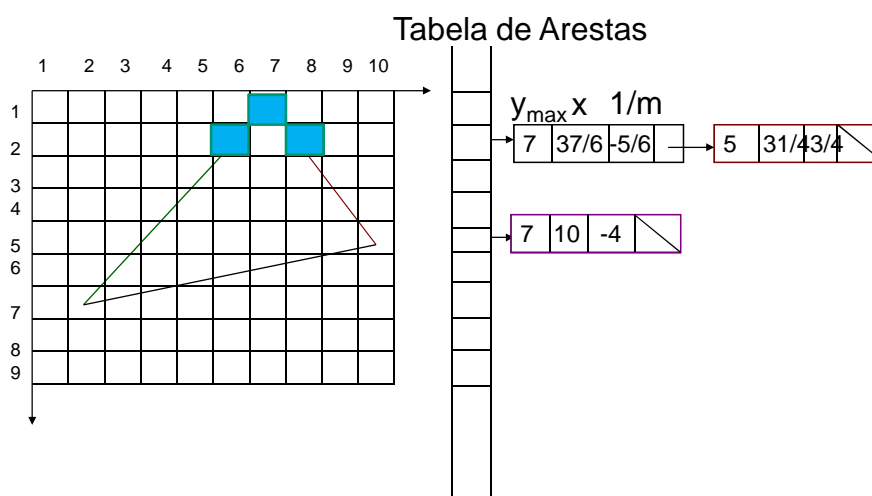


IA725 – 1s2009 - Ting

1. Inserir as arestas na tabela de arestas (ET);
2. Setar a linha $y=1$ como ativa;
3. Inicializar a tabela de arestas ativa (AET) para linha ativa, ordenando as células em relação à coordenada x
4. Preencher os intervalos
5. Se a próxima linha é maior que y_{\max} , atualize x e transfere a célula para a próxima linha
6. Se há arestas na ET, ir para (3).

Rasterização de Polígonos

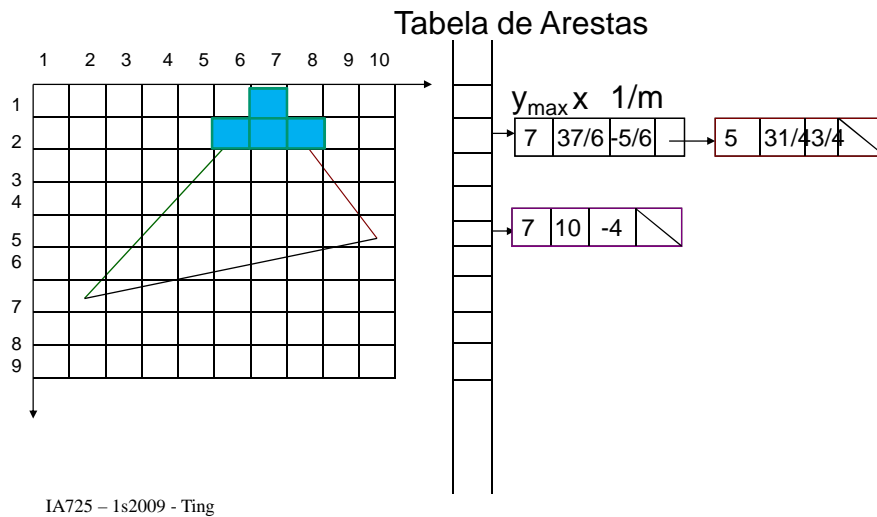
Scanline



IA725 – 1s2009 - Ting

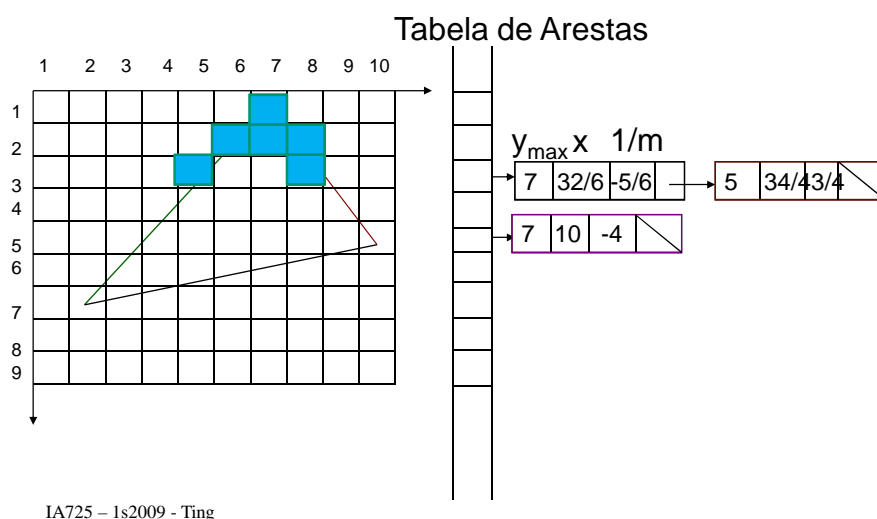
Rasterização de Polígonos

Scanline



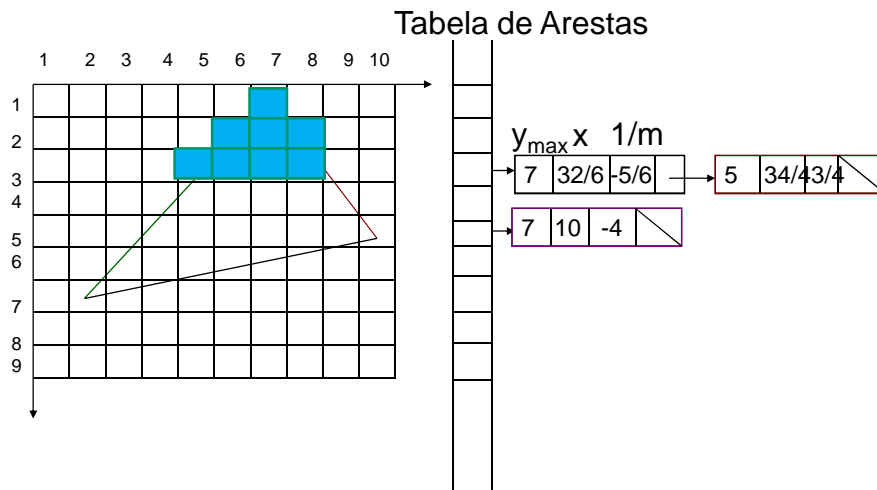
Rasterização de Polígonos

Scanline



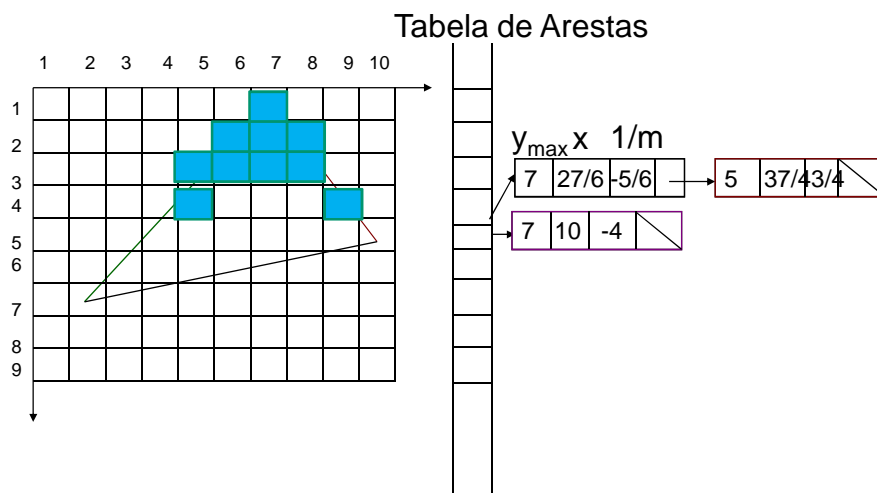
Rasterização de Polígonos

Scanline



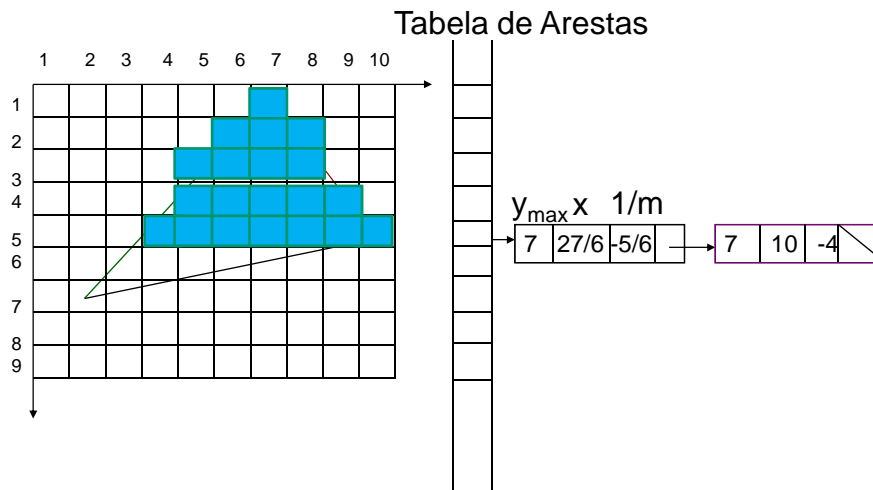
Rasterização de Polígonos

Scanline



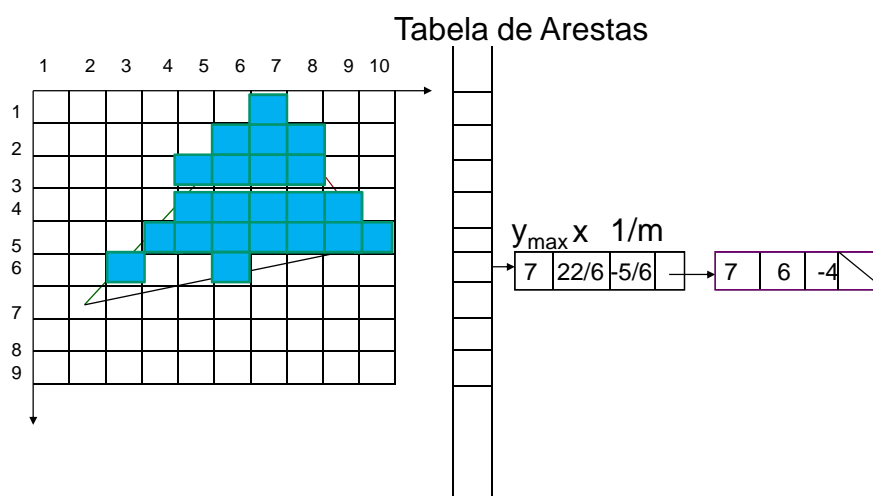
Rasterização de Polígonos

Scanline



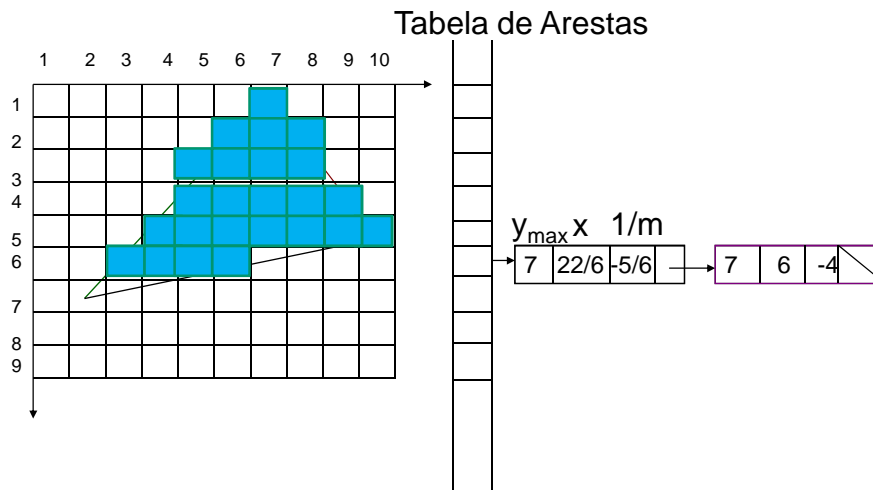
Rasterização de Polígonos

Scanline



Rasterização de Polígonos

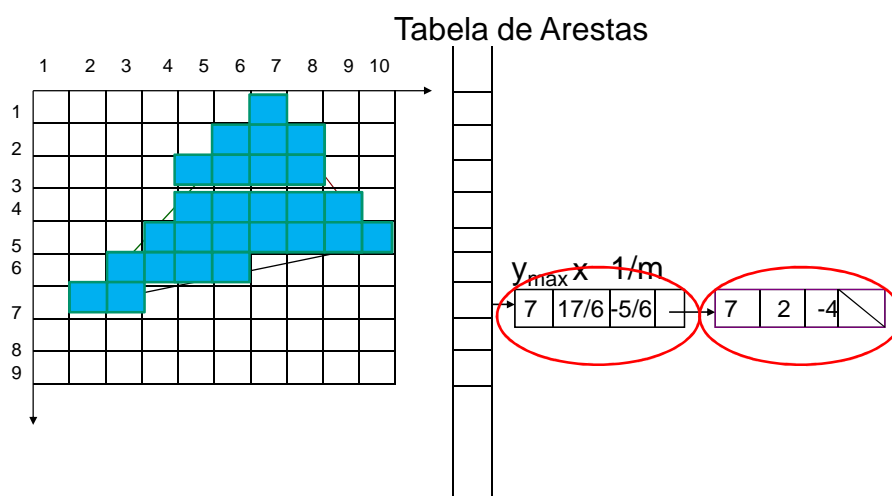
Scanline



IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

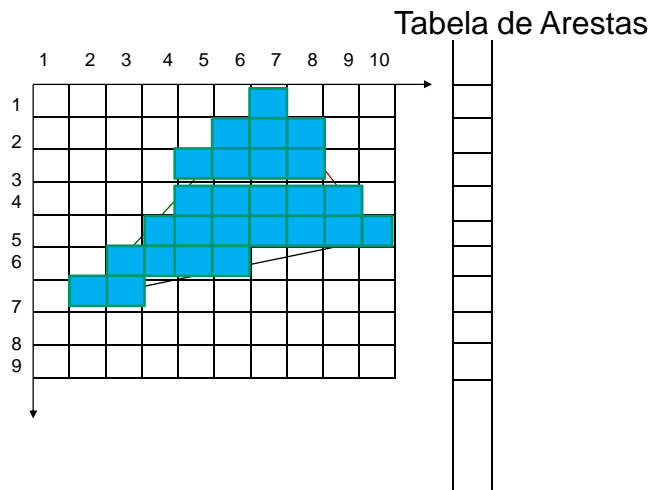
Scanline



IA725 – 1s2009 - Ting

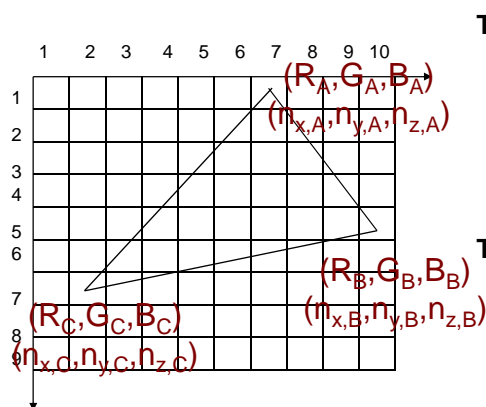
Rasterização de Polígonos

Scanline



Rasterização de Polígonos

Scanline - Variações



Tonalização de Gouraud:

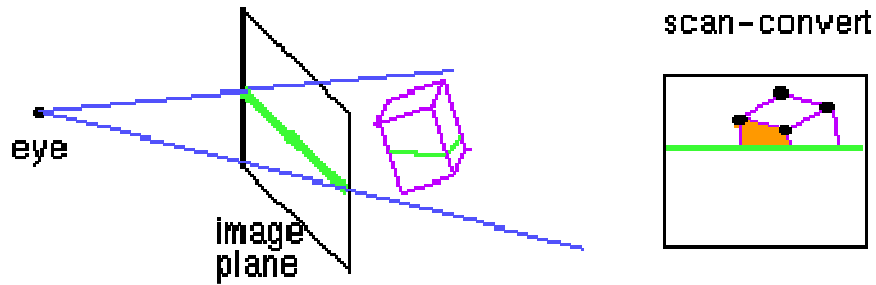
A intensidade nos vértices é computada e a intensidade dos restantes pixels, interpolada linearmente.

Tonalização de Phong:

O vetor normal nos vértices é computado e o vetor normal dos restantes pixels, interpolado linearmente.

Rasterização de Polígonos

Princípio de *Scanline*



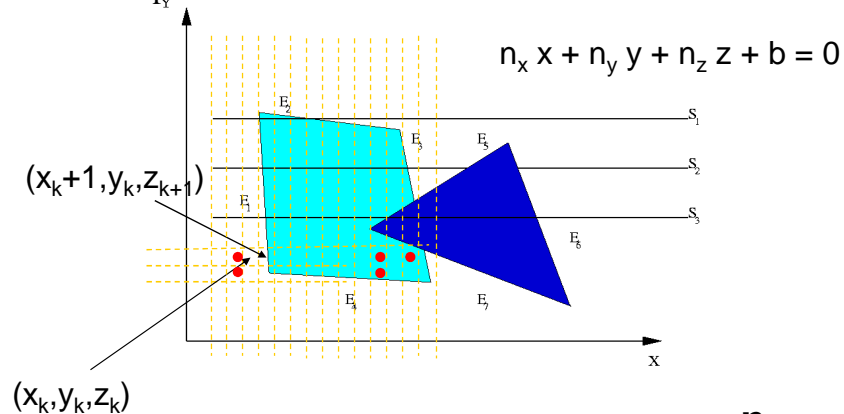
Profundidade?

IA725 – 1s2009 - Ting

Rasterização de Polígonos

Scanline - Variações

- Valor de profundidade obtido incrementalmente

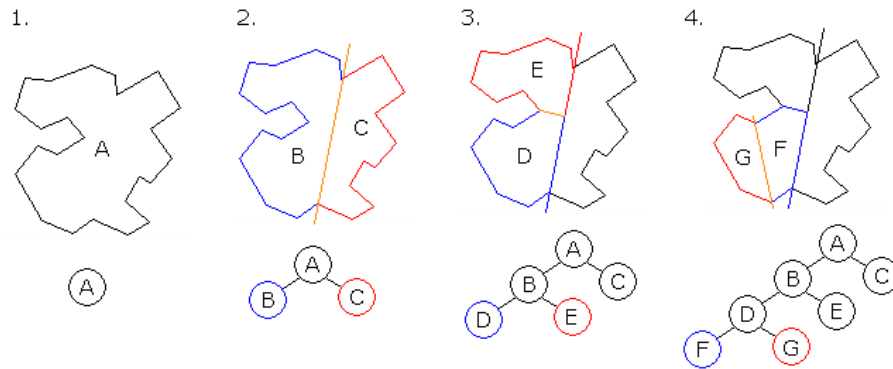


Em cada linha:
$$z_{k+1} = z_k - \frac{n_x}{n_z}$$

IA725 – 1s2009 - Ting

Árvore BSP

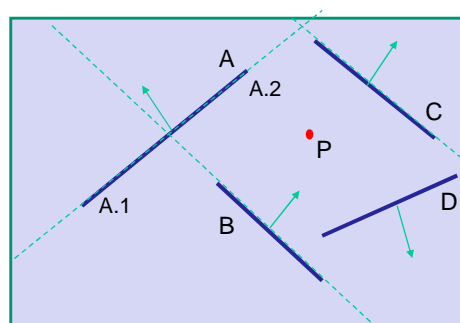
Partição Binária do Espaço



Como distinguir os dois sub-espacos em relação a um plano?
Como resolver ambigüidades?

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

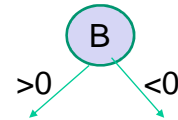
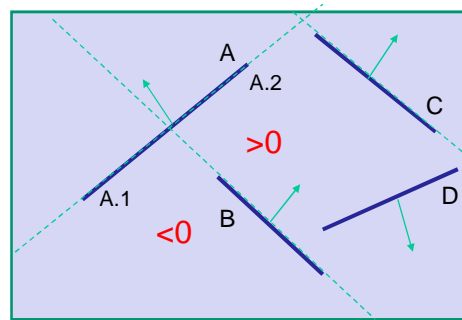
Árvore BSP



$P \cdot n + b > 0$; $P \cdot n + b = 0$; $P \cdot n + b < 0$
Subdividir para eliminar ambigüidades.

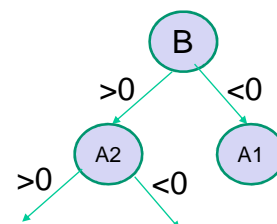
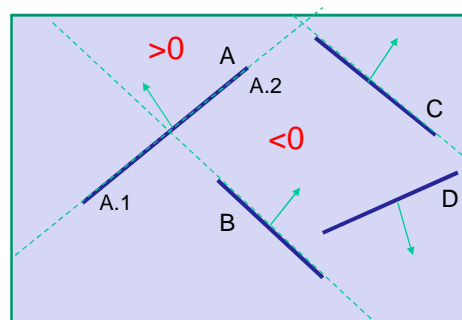
IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Árvore BSP



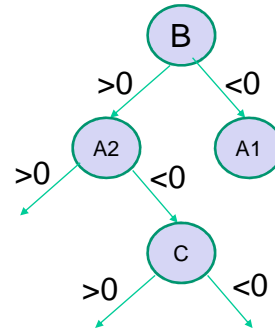
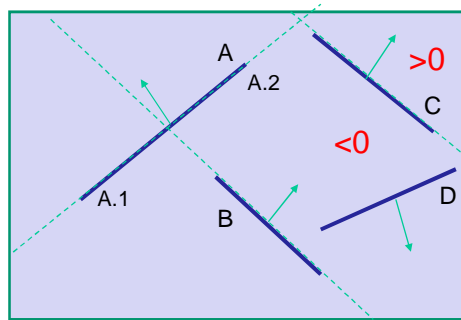
IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Árvore BSP



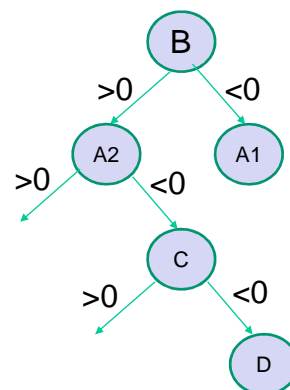
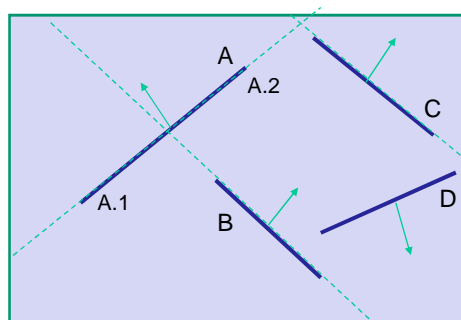
IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Árvore BSP



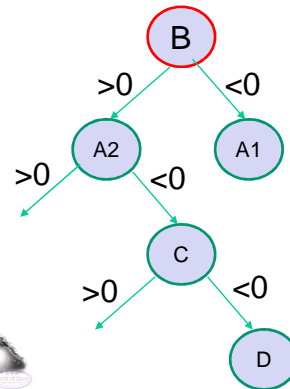
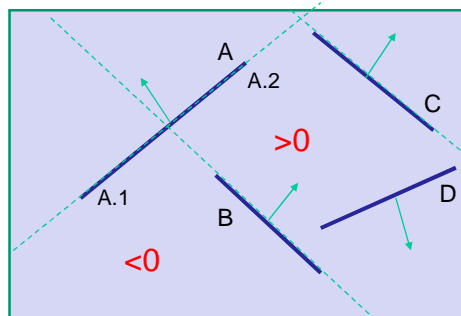
IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Árvore BSP



IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

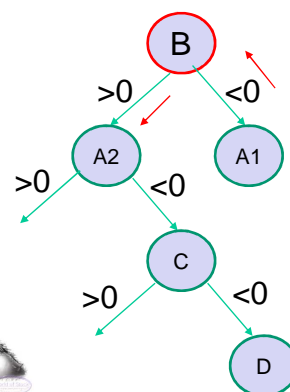
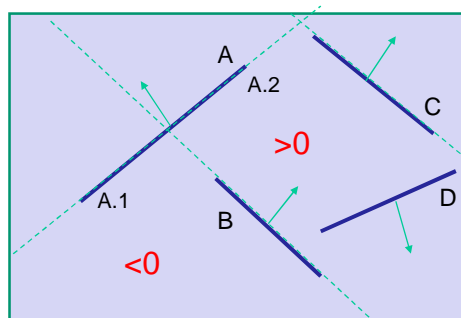
Árvore BSP em Visibilidade



Em relação à raiz da árvore (faceta B), o observador está no sub-espço >0 . Em relação a este observador, o que estiver no sub-espço >0 vai ocultar B, que pode ocultar tudo que estiver no sub-espço <0 .

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

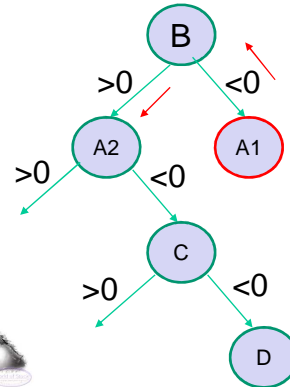
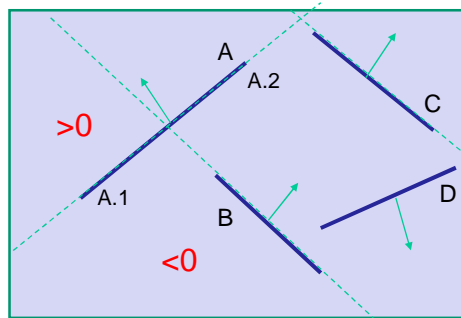
Árvore BSP em Visibilidade



Se ordenarmos as faces, de longe para perto em relação ao observador, teremos que pegar as no sub-espço <0 , B e as no sub-espço >0 .

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

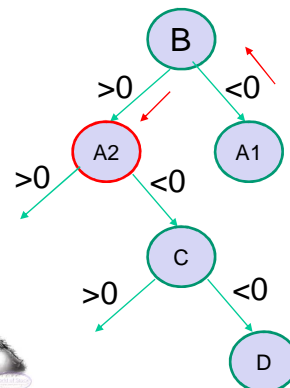
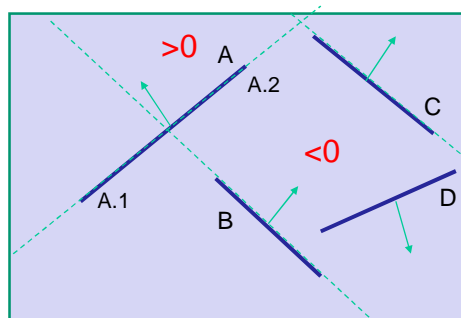
Árvore BSP em Visibilidade



No sub-espço <0 em relação a B só há uma face, A1. A ordenação é trivial..

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

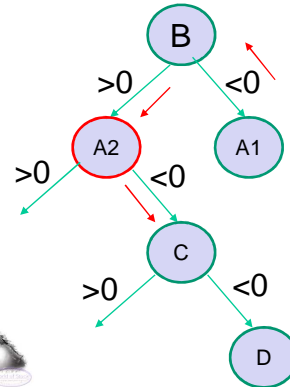
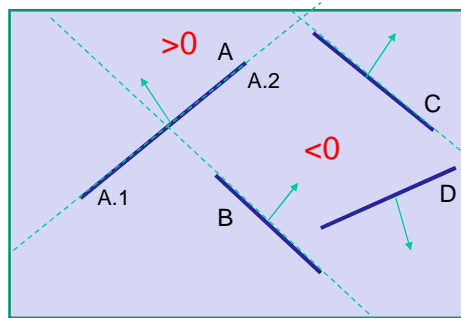
Árvore BSP em Visibilidade



No sub-espço >0 em relação a B há 3 faces. Qual é a ordenação dessas 3 faces em relação ao observador?. Aplicando a mesma regra, para a sub-árvore de raiz A2.

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

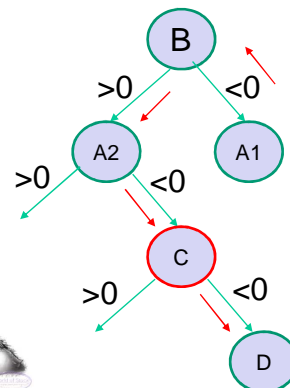
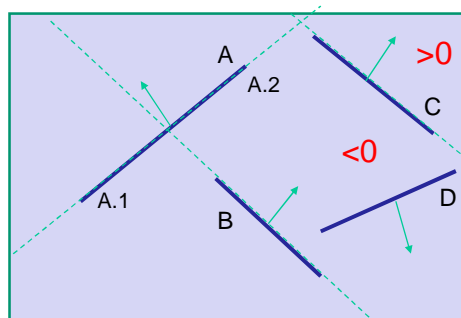
Árvore BSP em Visibilidade



Em relação a A2, o observador está no sub-espaço <0 , a ordenação, de longe para perto em relação ao observador, é na sequência >0 , A2 e <0 . No sub-espaço <0 há 2 faces. Como ordená-las?

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

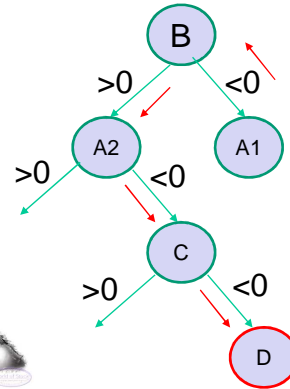
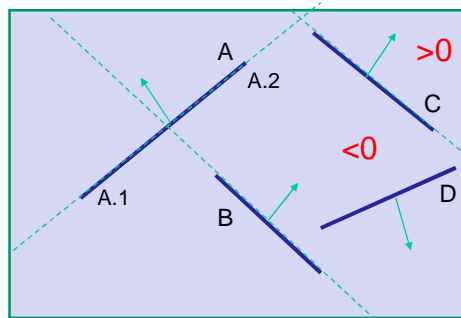
Árvore BSP em Visibilidade



... ordenando a sub-árvore de raiz C. O observador está no sub-espaço <0 em relação a C, a sequência, de longe para perto, seria >0 , C, <0 . No sub-espaço <0 , temos uma face. A → ordenação é trivial.

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

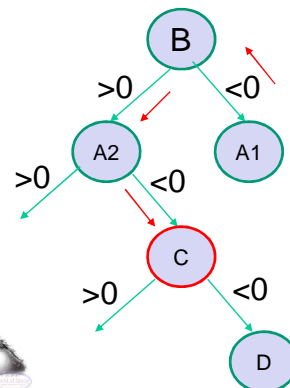
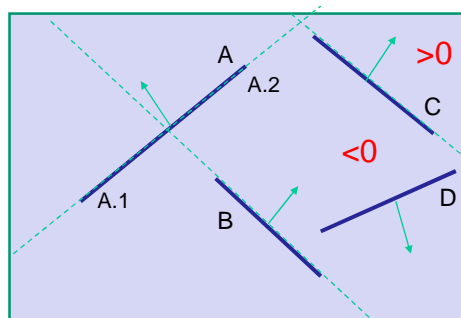
Árvore BSP em Visibilidade



A recursão pára quando alcança um folha.
A ordenação da sub-árvore com raiz C é [C,D].

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

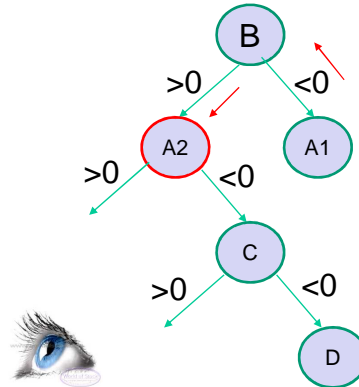
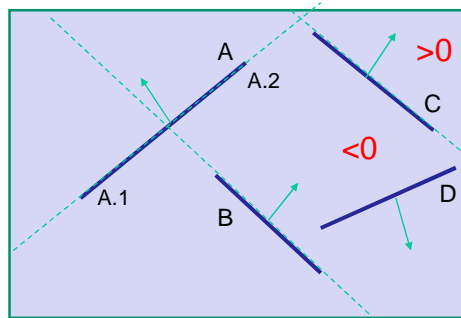
Árvore BSP em Visibilidade



A ordenação da sub-árvore com raiz A é [A2, sub-árvore C] e a ordenação da sub-árvore C é [C,D]. Portanto, a ordenação das faces no sub-espaco <0 em relação a A2 é [A2,C,D]

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Árvore BSP em Visibilidade

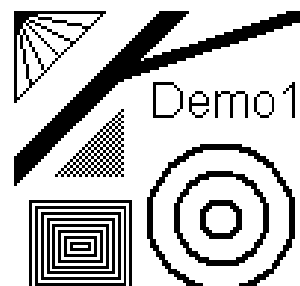
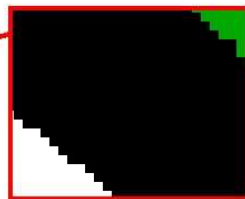


A ordenação da árvore com raiz B é [sub-
árvore A1, B, sub-árvore A2]. A ordenação
da sub-árvore A2 é [A2,C,D]. Portanto, a
seqüência é [A1,B,A2,C,D]

IA725 – 1s2009 - Ting
EA978 – 2/2008 - Profa. Ting

Rasterização de Polígonos

Efeito de Borda Serrilhada

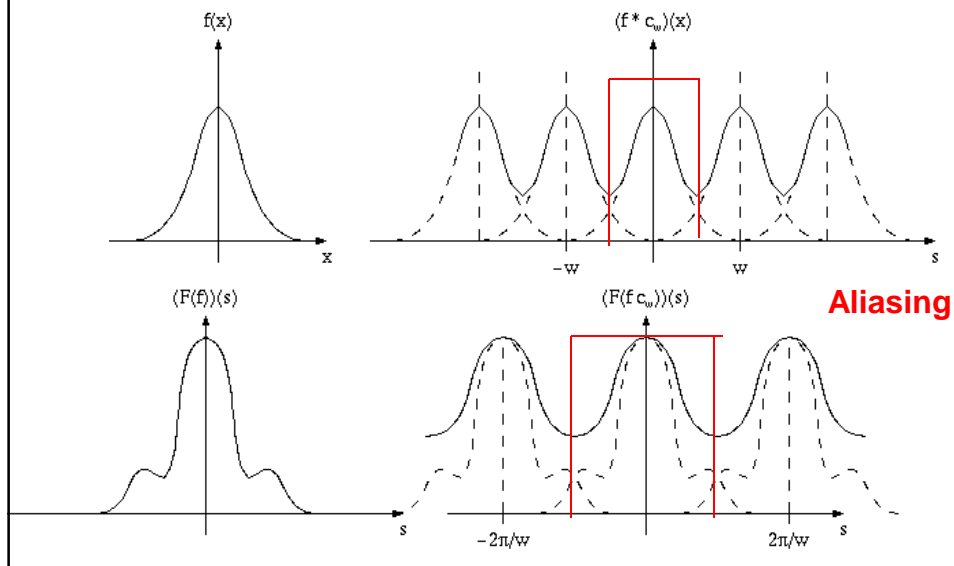


Por quê ocorrem estes efeitos?

IA725 – 1s2009 - Ting

Amostragem 1D

Subamostragem



Rendering em Multi-passos

Motion Blur



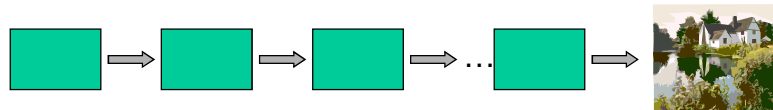
4 passos



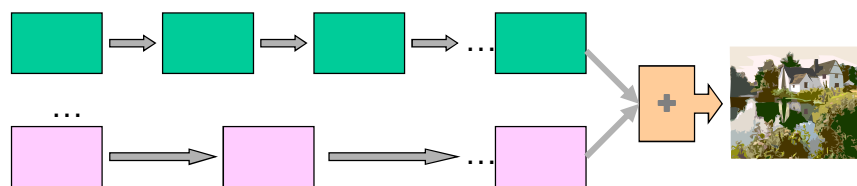
16 passos

Rendering em Multi-passos

- Rendering em um passo

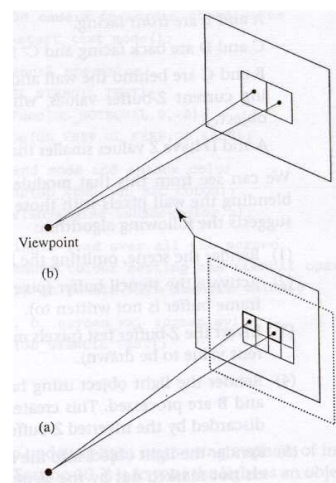
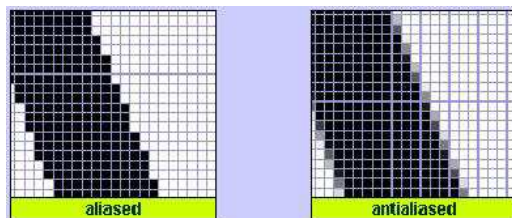


- Rendering em multi-passos



Rendering em Multi-passos

Anti-aliasing



Rendering em Multi-passos

Motion Blur



4 passos



16 passos

Rendering em Multi-passos

Campo de Profundidade

