aula 18
Completando sobre Realismo
(não convexos,
mais de 1 objeto
e
Tecnicas globais)

IC/UFF – 2018

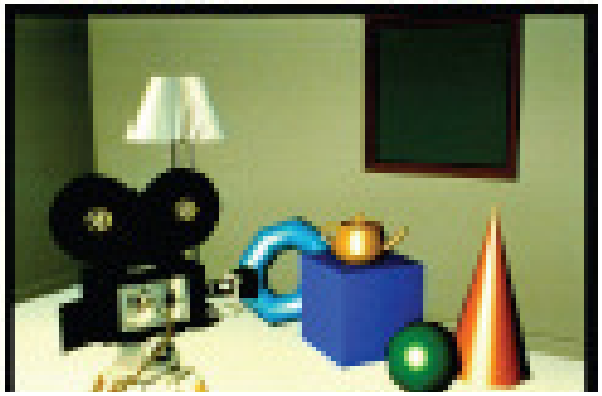
Aura

e quanto o objeto for **não convexos**
ou tiver mais de um

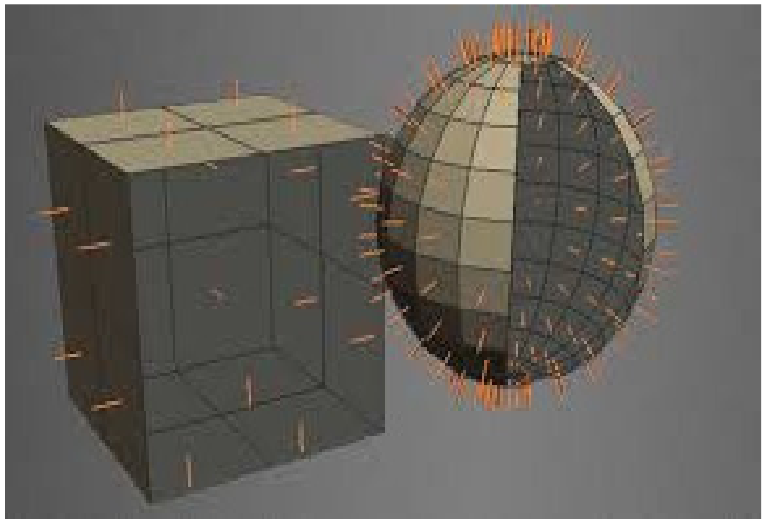
Objeto na cena?

Mais Algoritmos....

Para tratar a oclusões por outros objetos



Técnicas de visibilidade



Back face culling(*método de Roberts* ou teste da normal)

Priority fill ou *painter's algorithm*

Z- buffer
(mim Max)

Ray casting
(*Ray tracing simplificado*
ou aproximado)

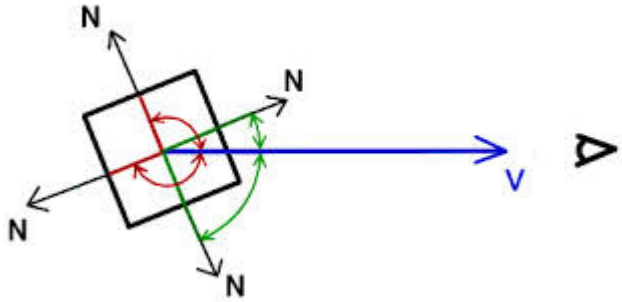
Relebrando para obj. convexos:

Back face culling

Em CG ***back-face culling*** *determina quando a face de um objeto será* ***visivel****.*

Esse processo torna o ***rendering*** *mais* ***eficiente pois reduz o número de poligonos*** *a ser desenhado*

Back face culling



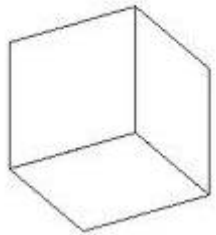
Idéia básica:

Remover faces traseiras dos objetos em relação ao observador

Adequadas para objetos convexos.

OBS :

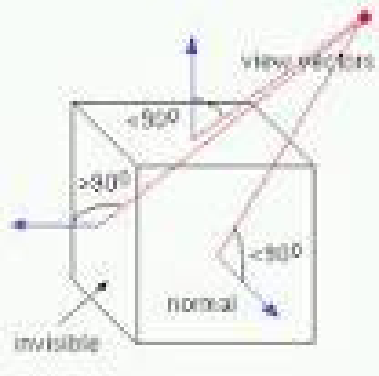
Ser **não convexo** ≠ ser **côncavo**

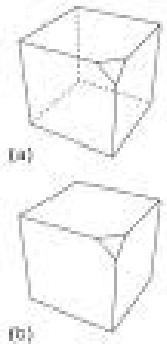


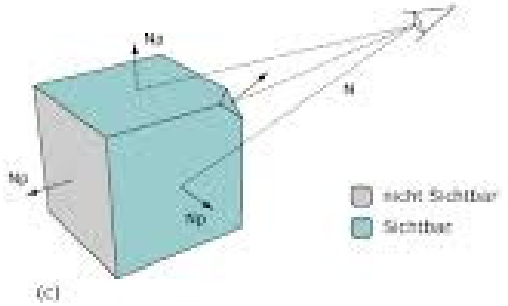
Algoritmo no espaço do objeto

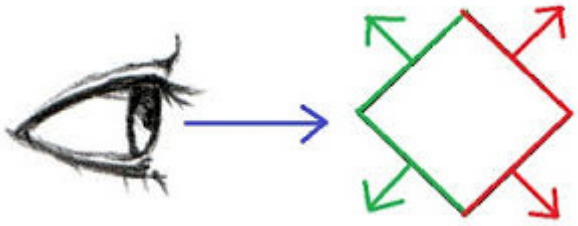
Usa-se a **direção que as normais** às faces fazem com a direção de visualização.

Entre **-90** graus e **90** graus a **face é visível** pelo observador (ou a face é de frente) .



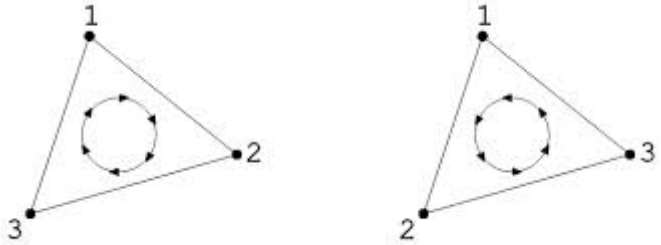


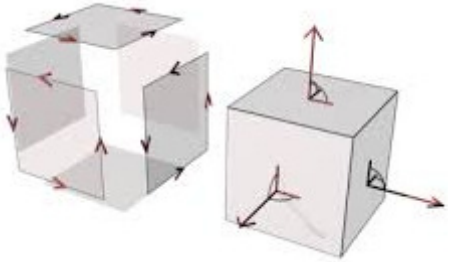


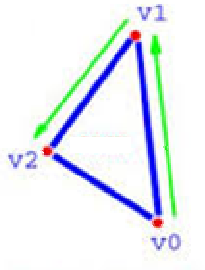


1-Obtêm a normal às faces

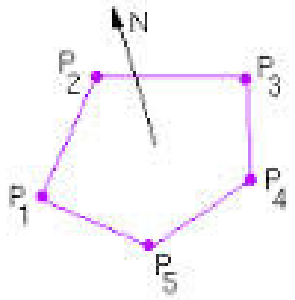
Através do cálculo do **produto vetorial** de dois vetores da face: a ordem dos vértices é importante!







$$N = (V_1 - V_0) \times (V_2 - V_0)$$

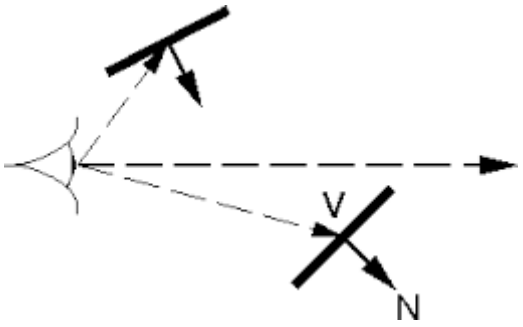


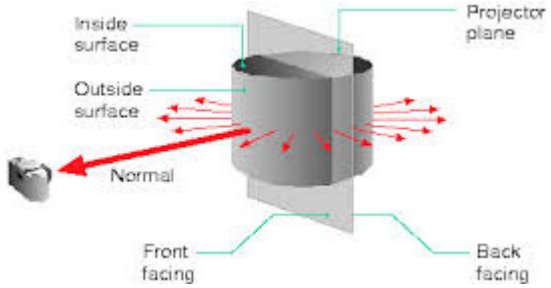
$$(V_1 - V_0) \times (V_2 - V_0) = -(V_2 - V_0) \times (V_1 - V_0)$$

2 - Define-se o vetor da direção de visão

3- Verifica-se o ângulo!

Através do **produto interno** entre as normais e a direção de visão, (não é preciso calcular o ângulo) apenas ver se o resultado **é maior que zero** → ângulo entre -90 ° e 90 ° !





$$(V_0 - P) \cdot N \geq 0$$

Passando a considerar as projeções

Isto é , supomos que voce já tenha decidido como vai passar de 3D para 2D.

Qual será a direção de vista da cena!

Onde esta o observador em relação aos objetos!

ALGORITMOS NA FORMA **RASTER**

(tratam pixels a pixel!)

ou

semi raster (pode tratar grupo de pixels!)

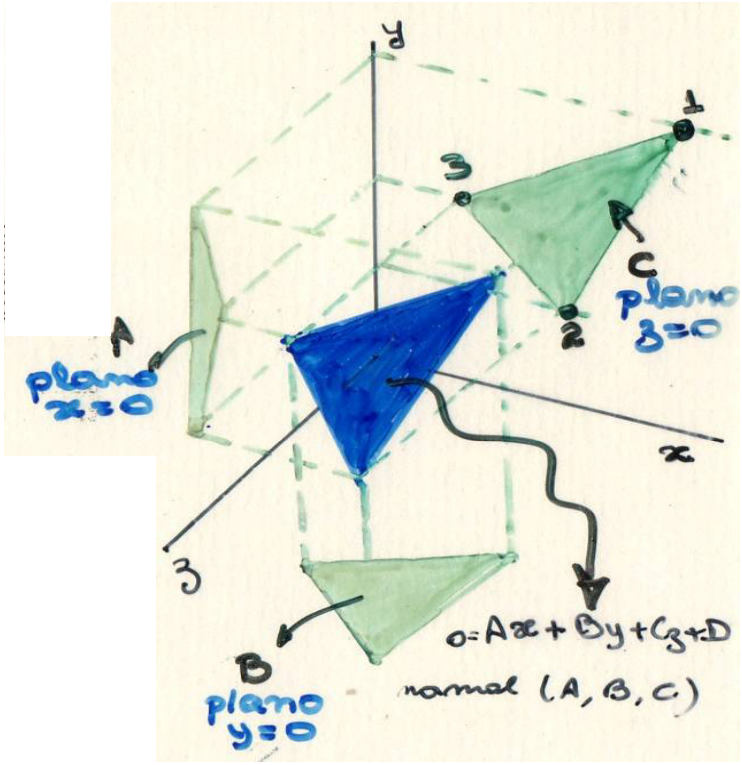
Relações entre a normal e a equação de um plano

Plano no espaço tem suas normais

Nas direções x,y,z

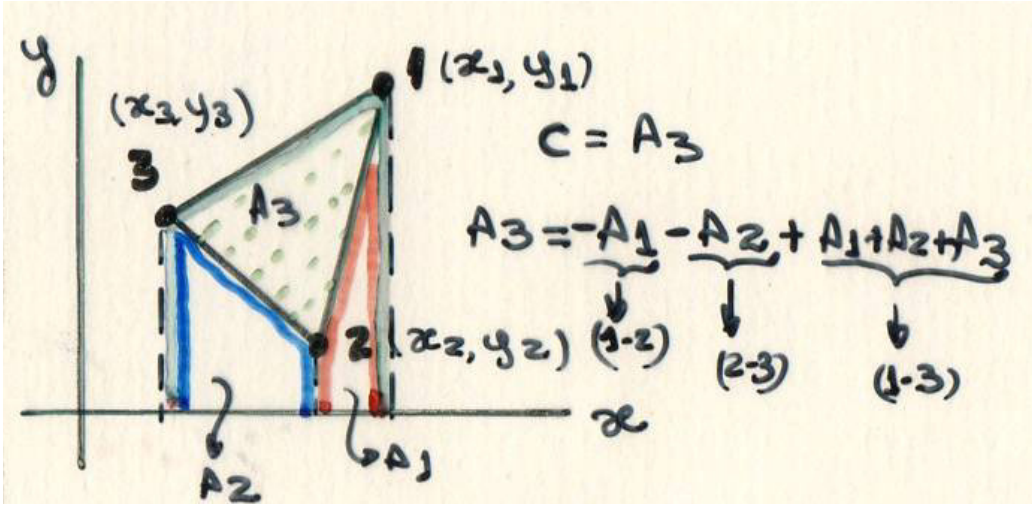
Proporcionais as áreas

De suas projeções nestes plano



Cada uma das areas projetadas

Podem ser calculadas diretas de suas coordenadas no plano desejado, usando por exemplo o método dos trapézios:



$$C = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(y_i + y_{i+1})(x_{i+1} - x_i)$$

$n+1 = 1$

Passando para os dados já projetados

ALGORITMOS NA FORMA **RASTER ou**

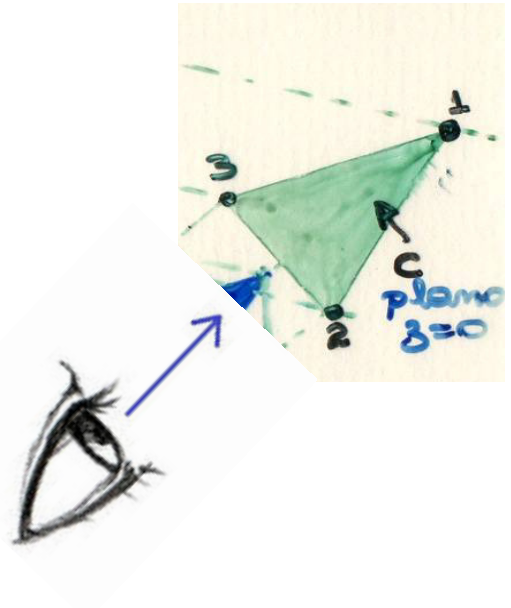
semi raster

(pode ser grupo de pixels e não pixel a pixel!)

Isto é esses dependem de voce já ter passado de 3D para 2D.

Da direção de vista da cena!!

E da distancia do poligono ao obsevador.



Painter's algorithm - ideia

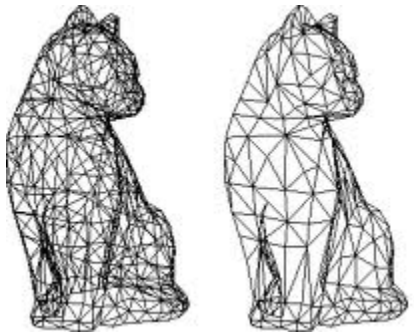
Painter's algorithm, ou **priority fill**, é uma das soluções mais simples para o problema de Visibilidade não resolvido pelo método anterior.

Na projeção de cena 3D para o plano do video 2D é nescessario **decidir que faces são visiveis ou escondidas** (hidden) .

O nome "painter's algorithm" se refere a técnica usada por pintores : **primeiro pintam detalhes mais longes da cena de depois os cobrem com as partes mais próximas**.

O painter's algorithm desenha os polygonos da cena **pela sua distância** ao **observador (depth):** dos mais longes para os mais próximos (**farthest to closest)**.

Painter's algorithm – como



Painter's algorithm se implementa: ,

Cobrindo assim as parte não mais visiveis com novas partes mais a **frente , ou seja o problema de visibilidade** é resolvido com algum custo extra , mas baixo (the cost of having painted invisible areas).

A ordem usada é chamada ***depth order.***

Essa ordenação tem uma boa propriedade:

Algo mais a frente de outro objeto o obscurece automaticamente

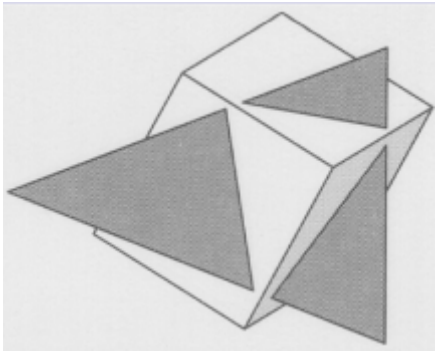
RESOLVE ALGUNS CASOS DE PARCIAIS coberturas parciais

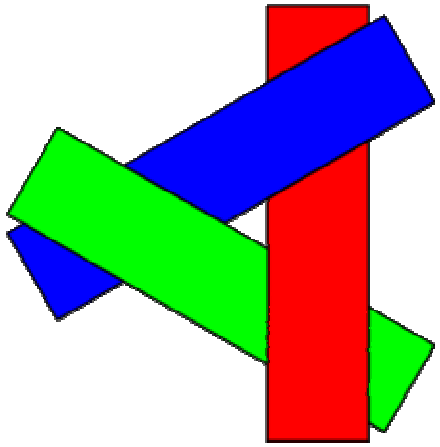
Painter's algorithm

Possibilidade de falha → quando parte MAIORES de uma face se sobrepoem a outra

→ ***solução divisão da face*** (**Newell's Algorithm**).

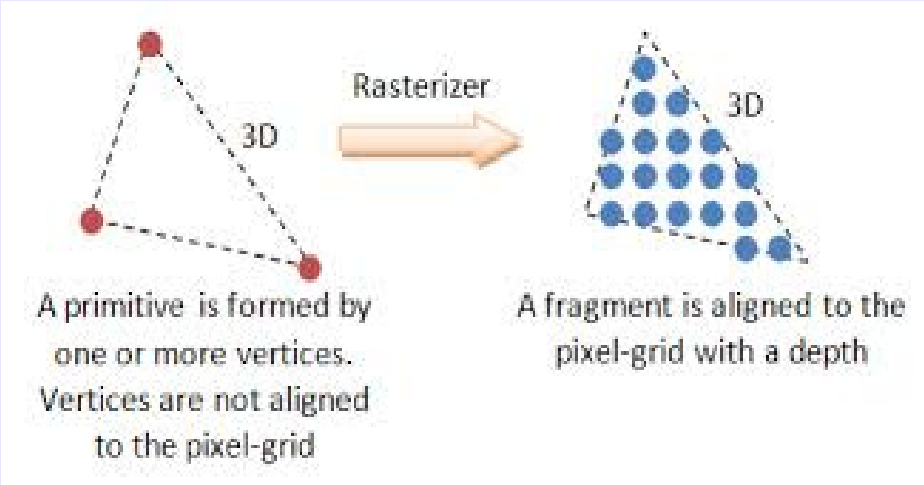
Essa falha do algoritmo e sua otimização levou ao desenvolvimento do método de **z-buffer** ou **depth buffer**





Que na exreção deste ideia sai da FORMA **VETORIAL** para a **RASTER**

RASTER: o objeto em 3D é tratado na forma final quando já "*discretizado*" em pixels.



Rasterisation
(ou **rasterization**)
converte uma imagem descrita como vector format para a forma de pixels (dots) para representação em video, printer ou storage in a bitmap file format.

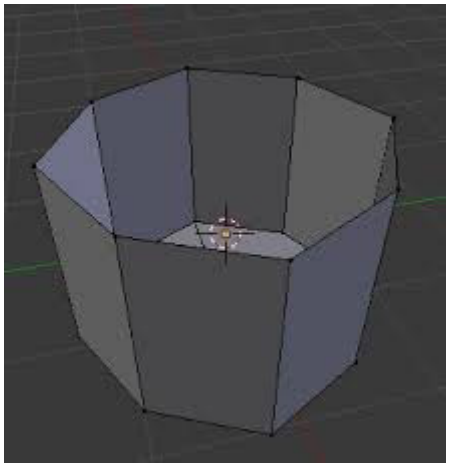
z-buffer algorithm

Idéia básica: testar a distância (z – depth) de cada superfície para determinar a mais próxima (visible surface).

Considera um array : z buffer(x, y) para cada pixel (x, y) .

Esse array é inicializado com maximum depth. Após isso o algorithm segue como:

z-buffer algorithm



```
for each polygon P
    for each pixel (x, y) in P
        calcule z_depth para o pixel ( x, y )
        if z_depth < z_buffer (x, y) then
        set_pixel (x, y, color) = intensidade de P em (x,y)
z_buffer (x, y) = z_depth
```

Vantagem do z-buffer:

sempre funciona e é de simples implementação!

Outra cabtagem do z-buffer *algorithm*

Permite considerando quando um ponto pertence a um objeto **opaco** ou **transparente.**

Conceito de **canal alfa** ou **composição de transparência**:

Alpha compositing: processo de combinar a imagem com o fundo criando a aparência de **partial** or **full transparency**.

Idéia de translúcidos – modelo RGBα

Considere 2 polígonos, um **vermelho=R (red, 1** , 0 , 0, **0.5),** e o outro **azul=B(blue,** 0 , 0 , **1**, **0.5)** *renderizaveis* em um fundo **verde=G(green background** (0 , **1** , 0 , **0).**

Ambos **50% transparentes**. Se o **V(red)** estiver na frente de todos, depois o **azul (blue)** e o **verde** for o fundo (**green background**).

No final deve-se ter **50% R**, **25% G** e **25% B** (Rederizando de traz para a frente as percentagens da cada cor):

Green background. (0 , 1 , 0)

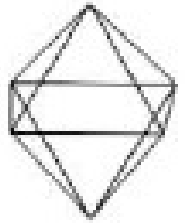
Poligono blue : (0 , 0.5 , 0.5) – conta 50% da cor sobre o fundo!

Poligono red: (0.5 , 0.25 , 0.25) – conta 50% da cor sobre outras!

z-buffer *algorithm com* canal alfa!

ou

Alpha-blending + the Z-buffer



Entrada: lista de poligonos {P1,P2,.....Pn} e cor do fundo (backgrou

Saida : COLOR que representa ae intensidade dos poligonos da cena.

Initialização: z-depth e z-buffer(x,y) ,

z-buffer(x,y) = max_depth;

COLOR(x,y) = background (x,y)

Begin:

z-buffer *algorithm com* canal alfa!

```
for(each polygon P in the polygon list)
do{
    for (each pixel(x,y) que intersecta P)
    do{
       Calcule z-depth of P at (x,y)
       If (z-depth < z-buffer[x,y])
       then{
              z-buffer[x,y]=z-depth;
       COLOR(x,y)=Intensidade de P at(x,y);
             }
       #considerando α (canal alfa):
      Else if (COLOR(x,y).opacity < 100%)
      then { COLOR(x,y) = Superimpose COLOR(x,y) in front of Intensity of P at(x,y); }
      #End consideração do α:
        }
    }
display COLOR array.
```

Masking Technique
ou mim Max

Muito bom para o **Hidden lines de curvas.**

Isso é eliminar linhas invisiveis de superficies

É um ALGORITMO NA FORMA **RASTER**

depende

Da direção de vista da cena!!

e

de voce já ter passado de 3D para 2D.

Imagine que foi gerada uma superficie

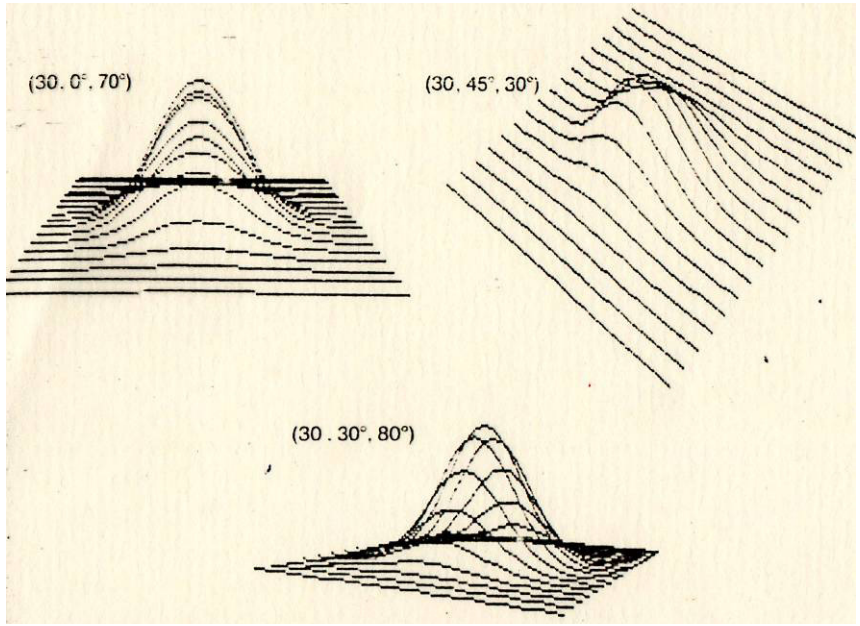
A partir de uma série de curvas.

E que voce já tem a projeção dela a partir de um certo ponto de vista.

Ou sua projeção de

determinada direção

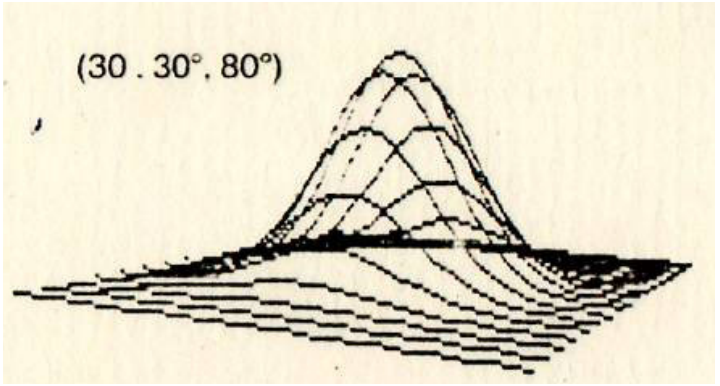
Ou seja ela já é descrita por uma série de linhas em 2D de determinada direção.

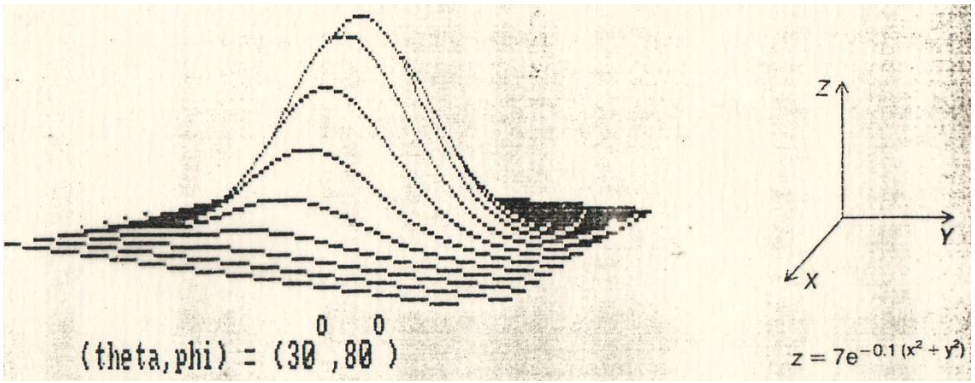


Mesma superficie representada por um conjunto de curvas e Vista de diversos pontos de vista

Como eliminar as linhas que são obscurecidas por partes da superfice mais a frente?

Hidden lines por mascaramento ou lista de limites verticais superioires e inferiores de cada passo (pixel) horizontal

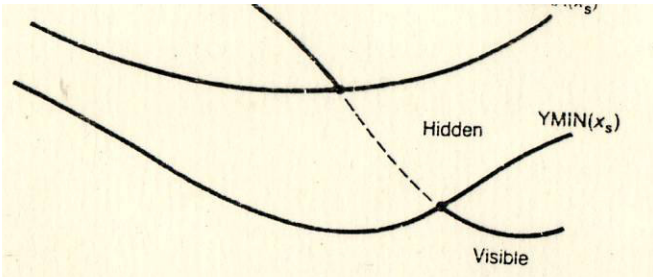




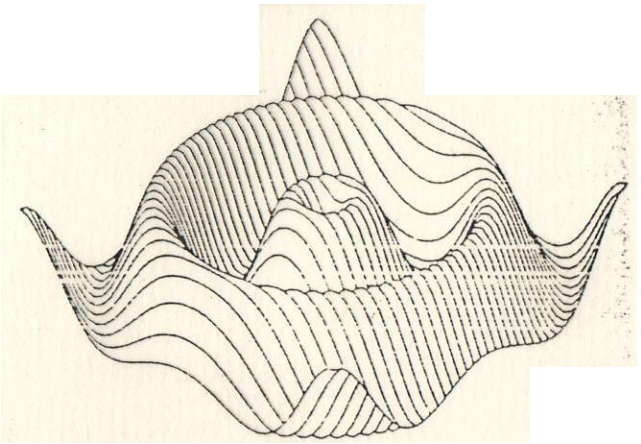
O conceito da técnica de mascaramento

Para cada pixel ou passo de n pixels é feito 2 listas de coordenadas verticais $Y_{MAX}(xp)$ e $Y_{MIN}(xp)$ e só se desenha se algo ao ser projetado para esse xp estiver atualizando uma das listas

$Y_{MAX}(xp)$



$Y_{MIN}(xp)$



O número de pixel usado, ou o passo

Pode ser uma função da curvatura da superficie ou curva.

Mais curvatura => menor passo ! !

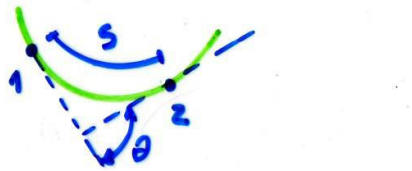
E como se obtem a curvatura?

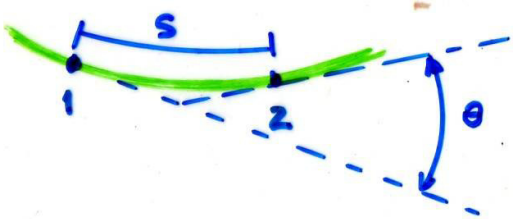
O que é curvatura?

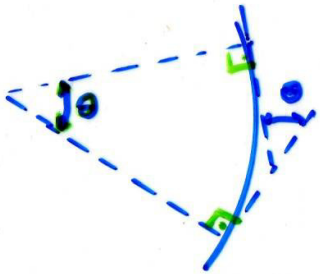
curvatura

derivada do ângulo formado por 2 tangentes à curva em relação ao comprimento do arco entre essas 2 tangentes

$$\frac{d\theta}{ds}$$







$$\frac{\Delta\theta}{\Delta s}$$

$\Delta s \to 0$

em um círculo $ds = R\,d\theta$

logo curvatura $\frac{1}{R}$

para os círculos

Lembrando dos modelos de realismo

utilizados para calcular como se renderiza um objeto podem ser:

Locais
(Em WC ou em DC)

x Globais

Modelos globais

Ao contrario dos modelos locais que consideram a superfície a luz e o observador, os globais **consideram todos os objetos da cena**, precisam ter toda a base de dados dos objetos

Principais: Raytracing e radiosidade

Não produzem os mesmo efeitos nem são adequados pra as mesmas coisas!

Ambos : Lentos para real time!

Ray tracing *simplificado ou aproximado ou*

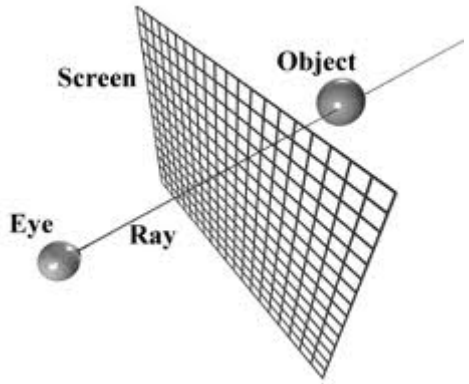
Ray casting lança raios a partir do observador de forma a perceber a distância dos objetos que compõem a cena.

Os raios são emitidos **a partir do observador**, (no sentido inverso do que acontece na natureza), para **reduzir recursos computacionais** (pois a maior parte dos raios de luz que partem da fonte não chegam ao observador).

Ray casting

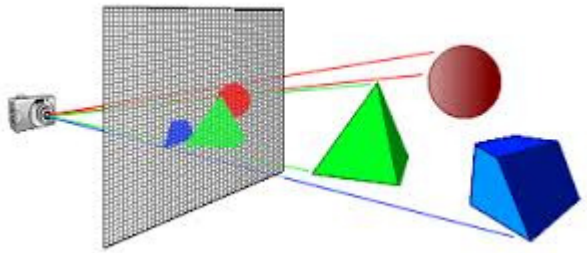
Supõe-se um raio do olho do observador passando por **cada ponto da tela** a ser desenhada. O ponto da tela receberá a cor do objeto que for atingido na cena pelo raio.

O calculo das **interseções** é o ponto chave do algoritmo.



Ray casting (lançamento)

permite remover as superfícies escondidas utilizando as informações obtidas a partir das **primeiras intersecções encontradas pelos raios lançados a partir do observador**.

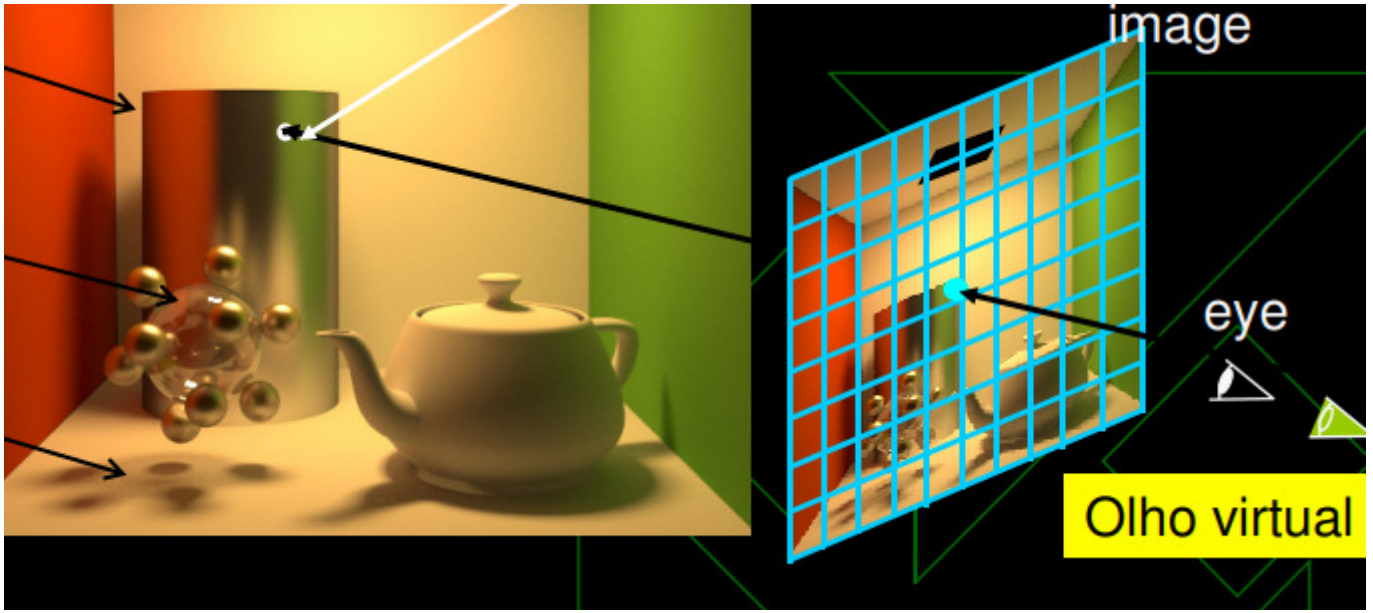


Duvida em como calcular as

Interseções?

Na verdade isso não feito diretamene.

São passadas linhas retas entre o olha e o pixel e se prolonga essa linha até ela atingir algum objeto na cena.



Cálculo de interseções:

A tarefa principal do ray tracing consiste no cálculo da interseção de um raio com o objeto. Para essa tarefa, utiliza-se normalmente a representação paramétrica de um vetor ou reta. Cada ponto (x, y, z) ao longo de um raio com origem no ponto (x_0, y_0, z_0) e direção do ponto (x_0, y_0, z_0) para o ponto (x_1, y_1, z_1) é definido em função do parâmetro t, (com valores no intervalo [0,1] pelas equações paramétricas da reta):

$x = x_0 + t(x_1 - x_0);$ $\quad x = x_0 + t\Delta x;\ \Delta x = x_1 - x_0$

$y = y_0 + t(y_1 - y_0);$ $\quad y = y_0 + t\Delta y;\ \Delta y = y_1 - y_0$

$z = z_0 + t(z_1 - z_0);$ $\quad z = z_0 + t\Delta z;\ \Delta z = z_1 - z_0$

(x_0, y_0, z_0) for considerado o centro de projeção, ou o olho do observador

(x_1, y_1, z_1) for o centro de um pixel na "janela"

t varia de 0 a 1 entre esses pontos.
valores de t maiores que 1 correspondem a pontos depois da janela

Ray tracing (rastreamento , tracado ou desenho)

Método recursivo, onde recorre ao **sequimento de** raios secundários a partir das interseções dos raios primários com os objetos.

Ray casting é apropriado para a renderização em 3D mas em tempo-real apenas para coisas com **facilidade do calculo de interseção .**

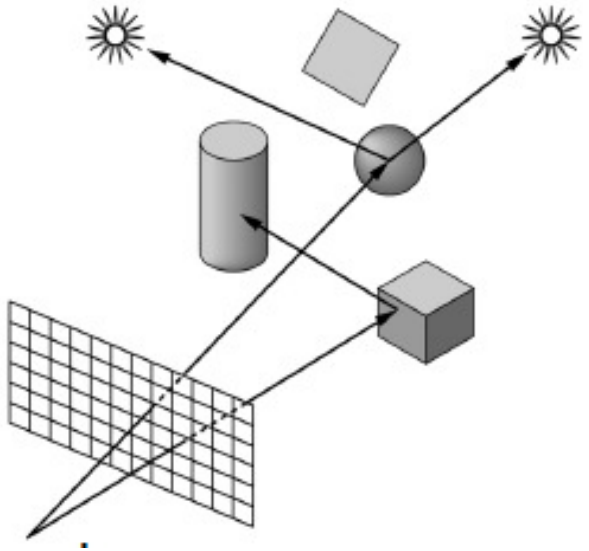
Durante a viagem do raio pode acontecer: absorção, reflexão ou refração.

Raytracing

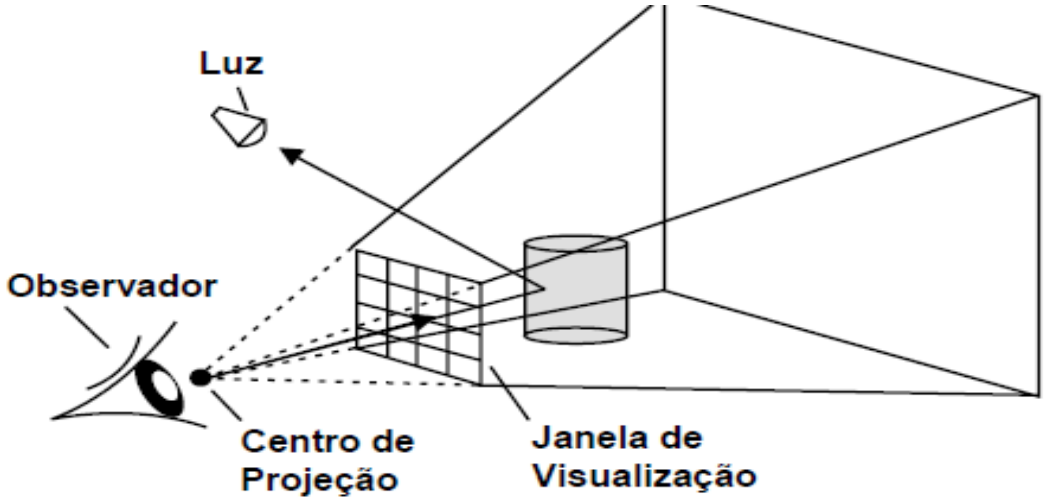
Bom para:
reflexões,
transparências,
objetos fáceis de
calcular interseções
(superfícies,
planas, esférica,
Cilíndricas, etc.)

A superfície pode refletir toda ou apenas uma parte do raio numa ou mais direção.

A soma das componentes absorvidas, refletidas e refratadas tem que ser igual a inicial.



Ray tracing



É uma técnica para gerar uma imagem, seguindo o caminho da luz através de pixels em um plano de imagem e simulando os efeitos de seus encontros com objetos.

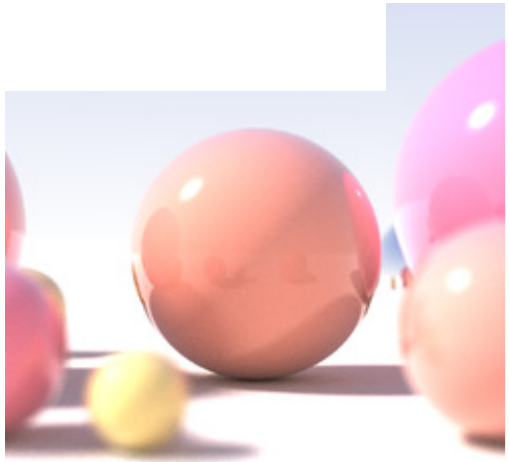
Capaz de produzir um elevado realismo visual, geralmente maior do que o dos métodos de processamento locais típicos, mas em um maior custo computacional.

Isso faz com ray tracing mais adequado para aplicações em que a imagem pode ser renderizada lentamente, como em imagens de cinema e televisão, efeitos visuais, e pouco adequada para aplicações em tempo real, como jogos, onde a velocidade é fundamental.

Simula uma variedade de efeitos ópticos, **como os fenômenos de dispersão, reflexão e refracção.**

O algoritmo de Ray tracing considera os seguintes pontos:

- Os raios são disparados de forma sistemática, de modo que cada um deles corresponda a um pixel na tela.
- Após o disparo, o raio percorre o espaço podendo atingir um objeto ou sair da cena.
- Se atingir algum objeto, o ponto de intersecção é calculado. As contribuições das fontes de luz para cada ponto, levando em conta a sombra de outros objetos, também são calculadas.
- Se o objeto for opaco, a soma dessas contribuições será a intensidade luminosa total naquele ponto.
- Caso contrário, as contribuições devidas aos reflexos e refrações, serão também computadas. O pixel correspondente pode, então, ser exibido.
- Se não houver interseção, o pixel terá a cor de fundo.



Algoritmo clássico

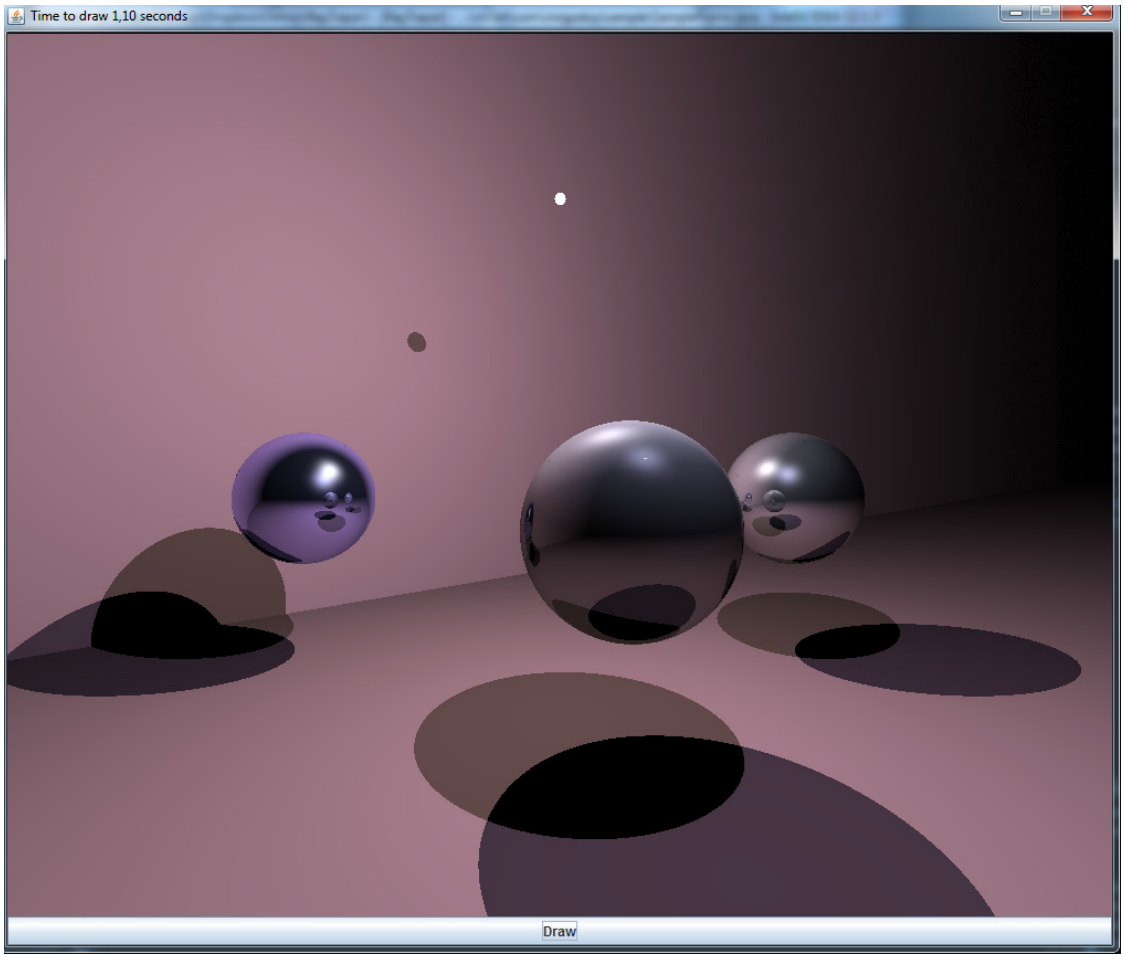
Para cada pixel da tela:

1. Trace um "raio" a partir do observador até a cena a ser representada através de um pixel da tela;
2. Determine qual o primeiro objeto a interceptar esse raio;
3. Calcule a cor ambiente da superfície do objeto no ponto de interseção baseado nas características do objeto e na luz ambiente;
4. Se a superfície do objeto for reflexiva, calcule um novo raio a partir do ponto de interseção e na "direção de reflexão";
5. Se a superfície do objeto for transparente, calcule um novo raio a partir do ponto de interseção.
6. Considere a cor de todos os objetos interceptados pelo raio até sair da cena ou atingir uma fonte de luz, e use esse valor para determinar a cor do pixel e se há sombras.

Espelhos:

O ray tracing deve considerar os raios refletidos toda vez que o coeficiente de reflexão de uma superfície for diferente de zero. O coeficiente de reflexão varia entre 0 e 1, determinando que quantidade de energia do raio de luz deve ser considerada como absorvida pelo objeto em questão, compondo uma soma ponderada das componentes de cor para o pixel na tela. Um espelho possui um coeficiente de reflexão próximo de 1, ou seja, nessa superfície todos os raios incidentes devem ser refletidos com o mesmo ângulo de incidência em relação à direção da reta normal à superfície. Além do coeficiente de reflexão, as superfícies também apresentam um coeficiente de refração que expressa a maneira pela qual a luz passa através de um meio para outro.

Cena calculada por ray tracing

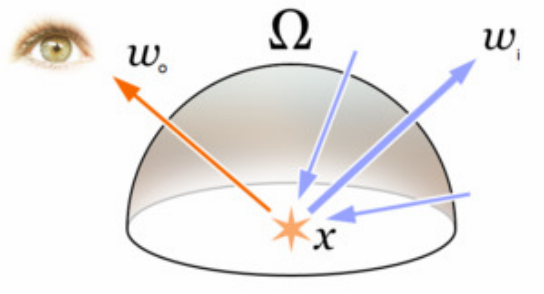


Radiosidade

considera a solução da integral de rendering (equilíbrio da radiância em um ponto ou a conservação da energia) para modelar a iluminação.

O nível de realismo da modelagem é muito maior.

Considera a função bidirecional de distribuição da reflectancia- **bidirectional reflectance distribution function (BRDF)**.

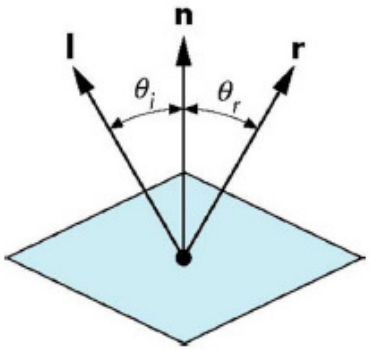


Os anteriores todos consideram

Que os 3 vetores estão no mesmo plano

(reflexão ideal)

$$\mathbf{r} = 2\,(\mathbf{l} \cdot \mathbf{n})\,\mathbf{n} - \mathbf{l}$$



Radiosidade é:

- uma aplicação do método de elementos finitos para resolver a equação de renderização para cenas com superfícies que refletem a luz de forma difusa.

-um algoritmo de iluminação global: a iluminação não vem apenas a partir das fontes de luz, mas todas as superfícies de cena interagindo uns com os outros.

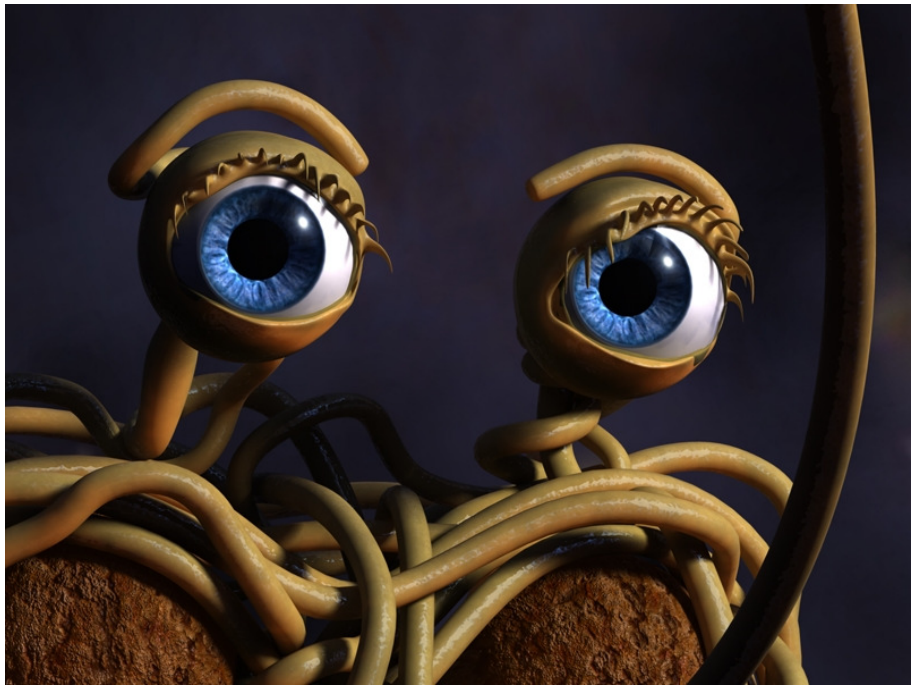
-**independente do ponto de vista**, o que aumenta o volume dos cálculos envolvidos, mas torna-os **úteis para todos os pontos de vista.**

- inicialmente uma aplicação desenvolvidos na área de transferência de calor, posteriormente adaptada para a aplicação de computação gráfica (1984 na Universidade de Cornell).

Color bleeding

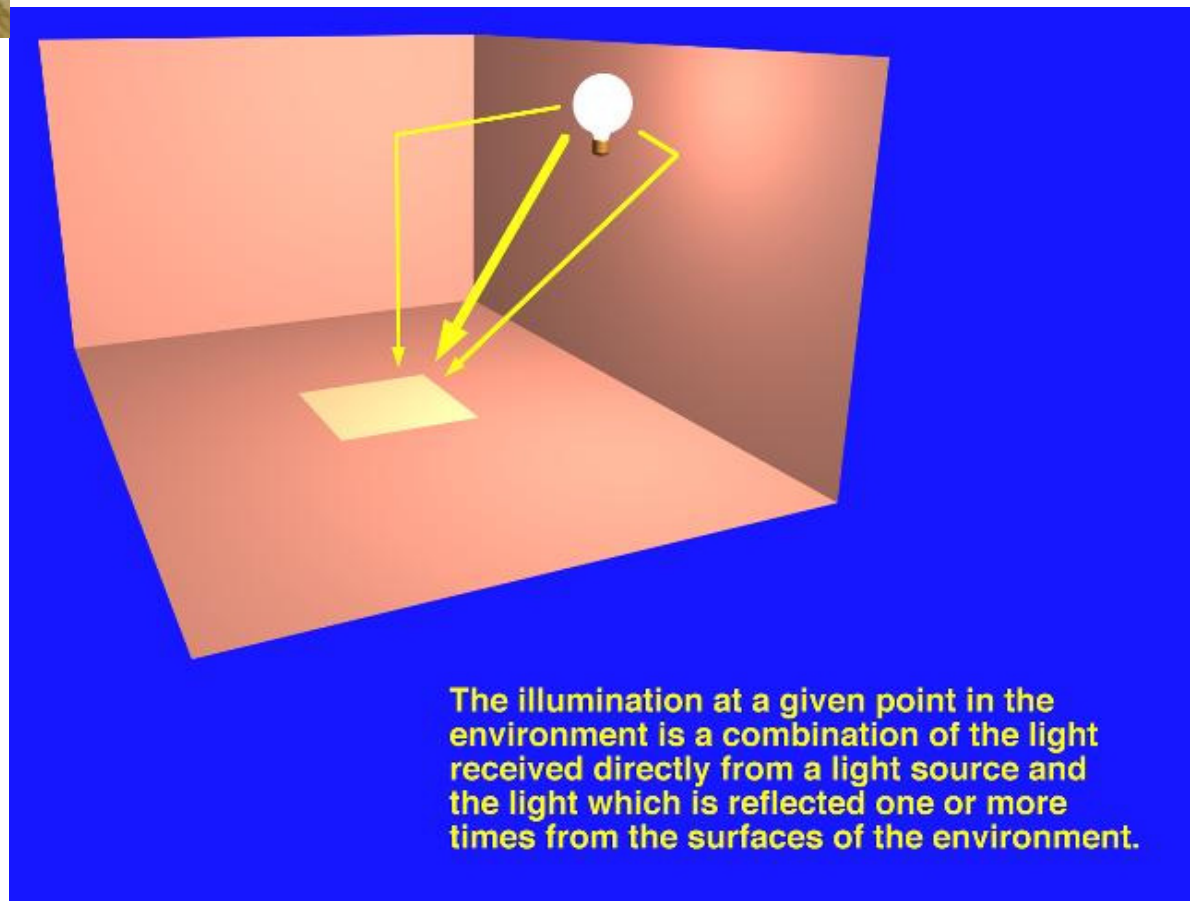
Em rendering , **color bleeding** é a ocorrência de colorização de um objeto ou superfície pela cor refletida de superfícies próximas.

Ocorre principalmente quando se usa Radiosity para a cena 3D.

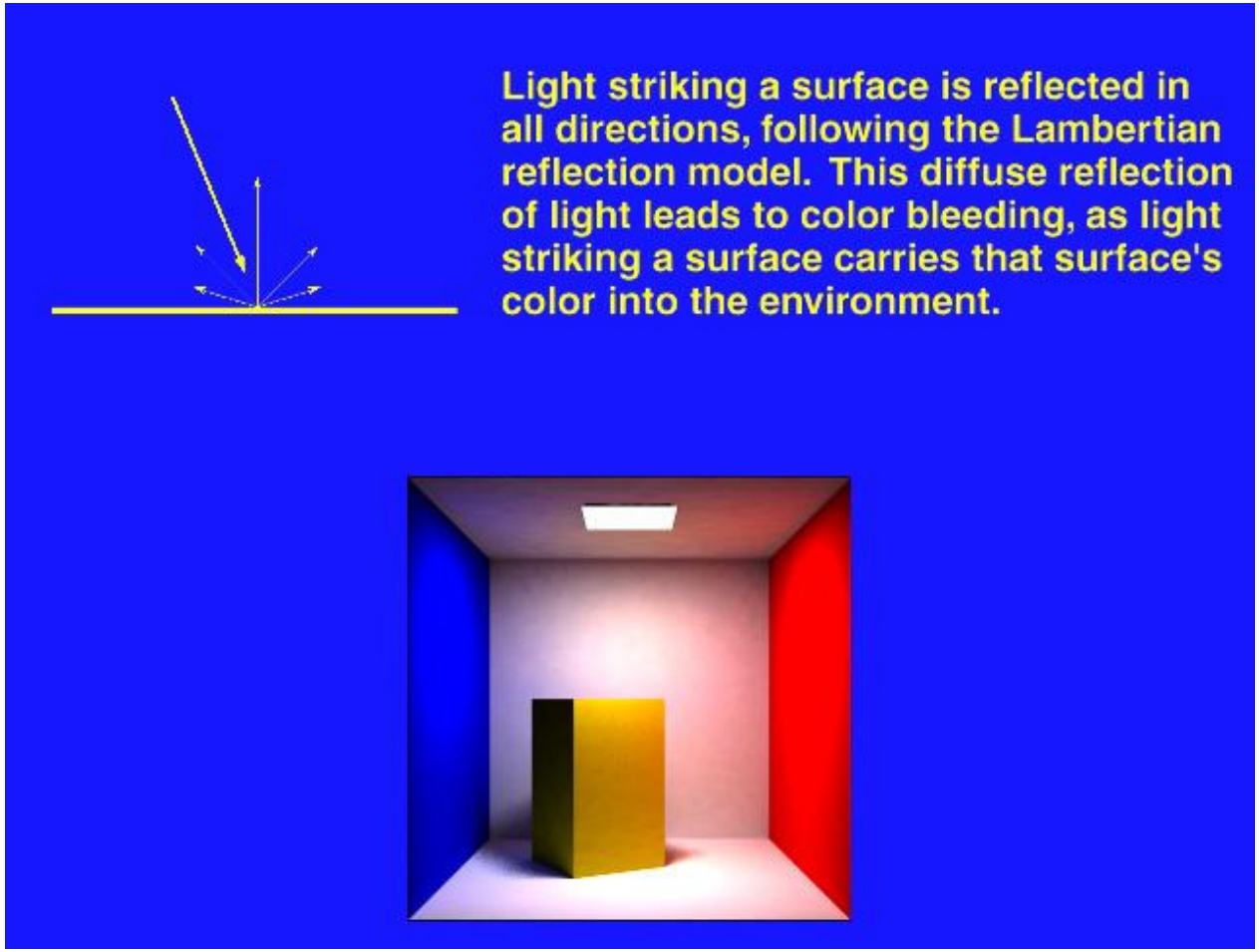


Radiosidade: discretiza o ambiente em um malha

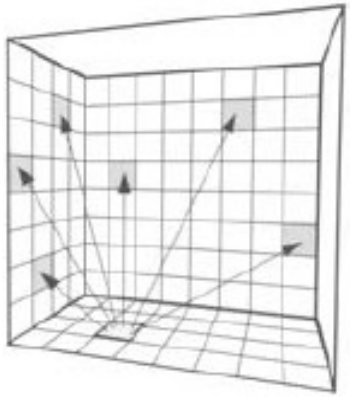
Os limites da malha devem coincidir com os limites das zonas de diferença de iluminação



Balanço ou equilíbrio de energia radiante



Radiosidade:



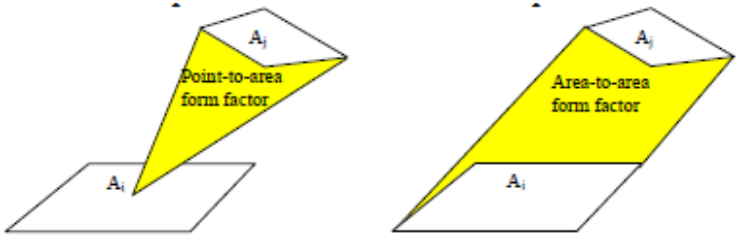
O método da radiosidade é baseado em um modelo simples de balanço de energia. Na sua origem, o cálculo da radiosidade empregado em Transmissão de Calor não é mais do que a aplicação da lei da conservação da energia a cada uma das superfícies de um recinto ou cena, e pressupõe a existência de equilíbrio térmico. Em cada superfície de um modelo, a quantidade de energia emitida é a soma entre a energia que a superfície emite internamente mais a quantidade de energia refletida. A quantidade de energia refletida pode ser caracterizada pelo produto entre a quantidade de energia incidente na superfície e a constante de reflexão da superfície.

$$B_j = \rho_j H_j + E_j$$

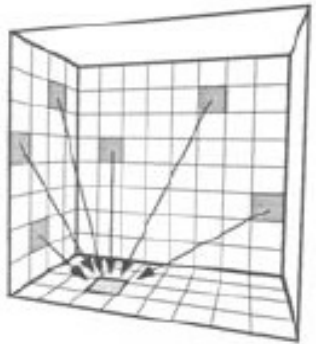
onde B_j é a radiosidade da superfície j, ρ_j sua reflectividade, H_j a energia incidente nesta superfície e E_j a energia emitida pela superfície j

Radiosidade

A radiosidade de uma superfície é a energia dissipada. Isso é usado para determinar a intensidade luminosa da superfície. A quantidade de energia emitida por uma superfície deve ser especificada como um parâmetro do modelo, como nos métodos tradicionais onde a localização e a intensidade das fontes de luz devem ser especificadas. A reflectividade da superfície também deve ser especificada no modelo, como nos métodos de iluminação tradicional. A única incógnita da equação é a quantidade de luz incidente na superfície. Esta pode ser encontrado somando-se todas as outras superfícies à quantidade de energia refletida que contribui com a iluminação dessa superfície:



$$H_j = \sum_{i=1}^{n} B_j F_{ij}$$



onde H_j é a energia incidente na superfície j, B_j a radiosidade de cada superfície i da cena e F_{ij} uma constante i j.

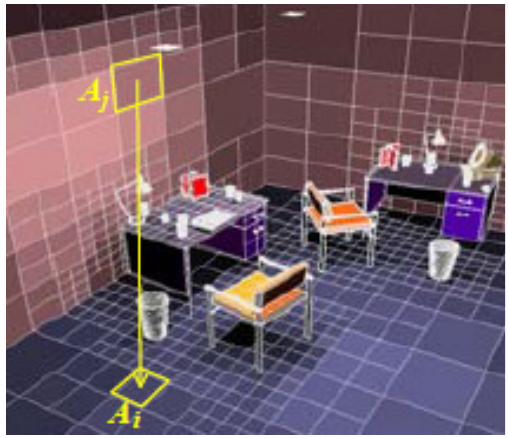
A constante dessa equação é definida como a fração de energia que sai da superfície i e chega na superfície j, e é, portanto, um número entre 0 e 1. Essa constante pode ser calculada por métodos analíticos, ou através de semelhança geométrica.

A equação da radiosidade fica assim:

$$B_j = E_j + \rho_j \sum_{i=1}^{n} B_j F_{ij}$$

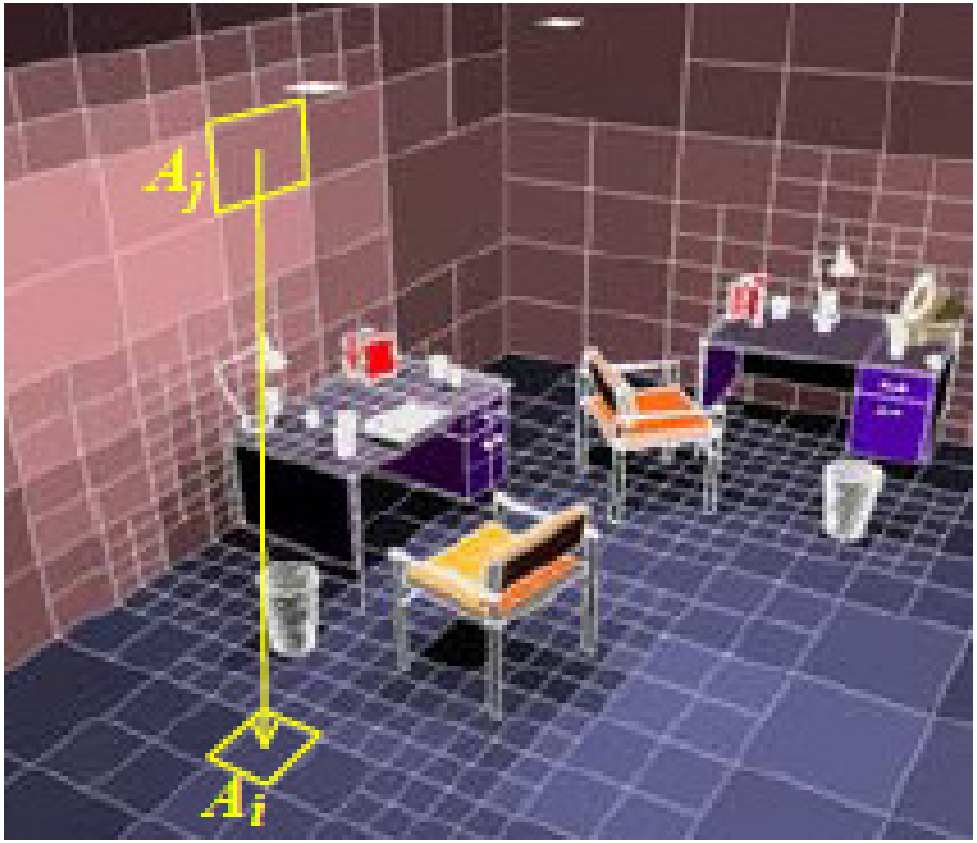
A consideração de todas as superfícies da cena forma uma seqüência de N equações lineares com N incógnitas, o que leva a uma solução matricial:

$$\begin{bmatrix} 1-\rho_1 F_{11} & 1-\rho_1 F_{12} & \Lambda & -\rho_1 F_{1n} \\ -\rho_2 F_{21} & 1-\rho_1 F_{22} & \Lambda & -\rho_2 F_{2n} \\ M & M & O & M \\ -\rho_n F_{n1} & -\rho_n F_{n2} & \Lambda & -\rho_n F_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ M \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ M \\ E_3 \end{bmatrix}$$



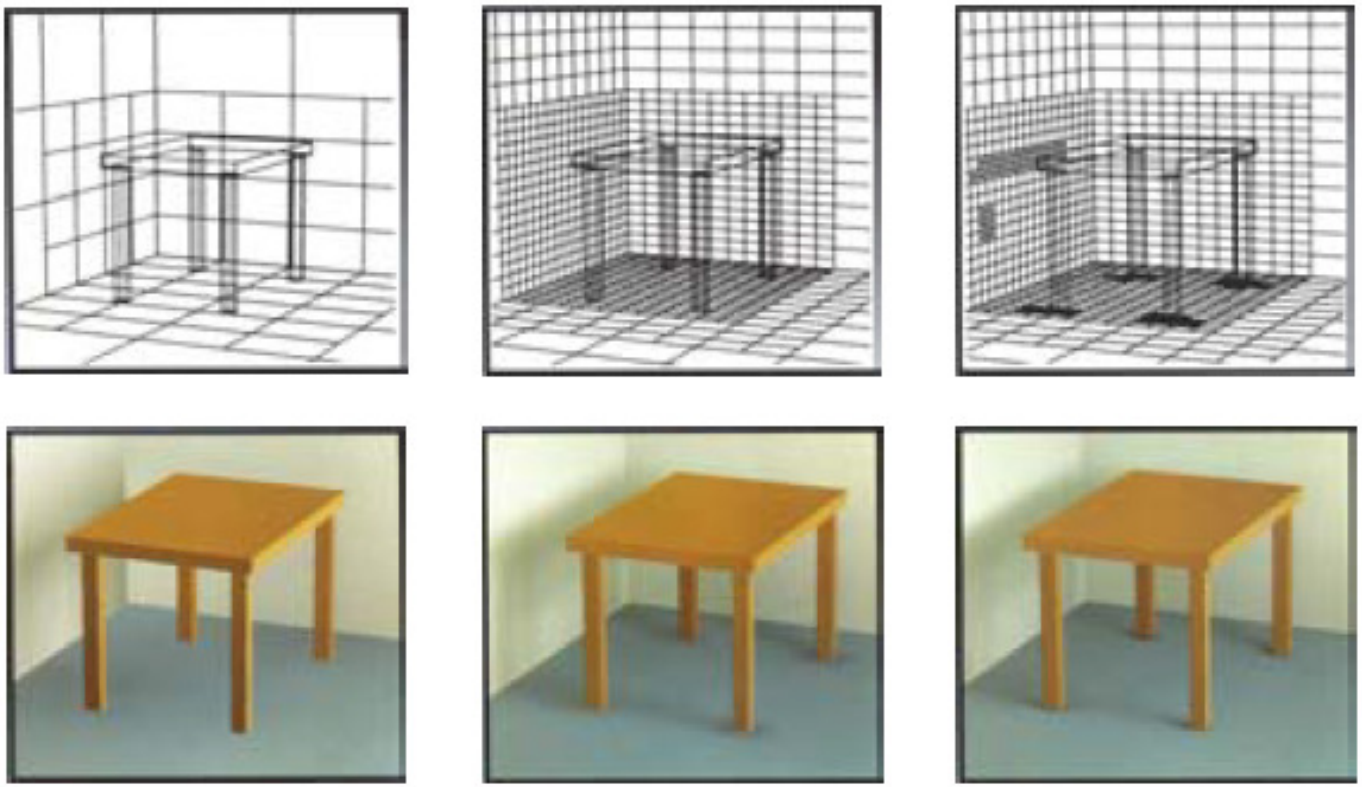
Essa matriz tem duas propriedades interessantes: é diagonalmente dominante e, portanto, converge quando usada no método iterativo de Gauss Seidel, [GOR, 84]. Métodos alternativos para o cálculo dessa matriz já foram propostos por Cohen et al. [COH, 88]. Alguns permitem uma convergência para a solução correta mais rápida que o algoritmo iterativo de Gauss Seidel.

Fluxo da mais iluminada para a menos ilimunada ate o equilibrio



Refinamentos progressivos

Alterando o numero de elementos da malha:



Coarse patch solution
(145 patches)

Improved solution
(1021 subpatches)

Adaptive subdivision
(1306 subpatches)

Outros detalhes em realismo

Photon mapping

Algoritmo de **iluminação global** em 2 passadas (two-pass) que considera modelos de radiância para maior realismo na simulação da refração e reflexão da luz em superfícies transparentes

Photon mapping

É capaz de simular a refração da luz em meios transparentes tal como o vidro ou a água, inter reflexões difusas entre objetos iluminados, a dispersão da luz sob a superfícies de materiais translúcidos, e efeitos causados por partículas, tal como o **fumaça ou a água de vapor.**

Sombreamento anisotrópico

Isotrópico x ortotrópico

Mas o rendering

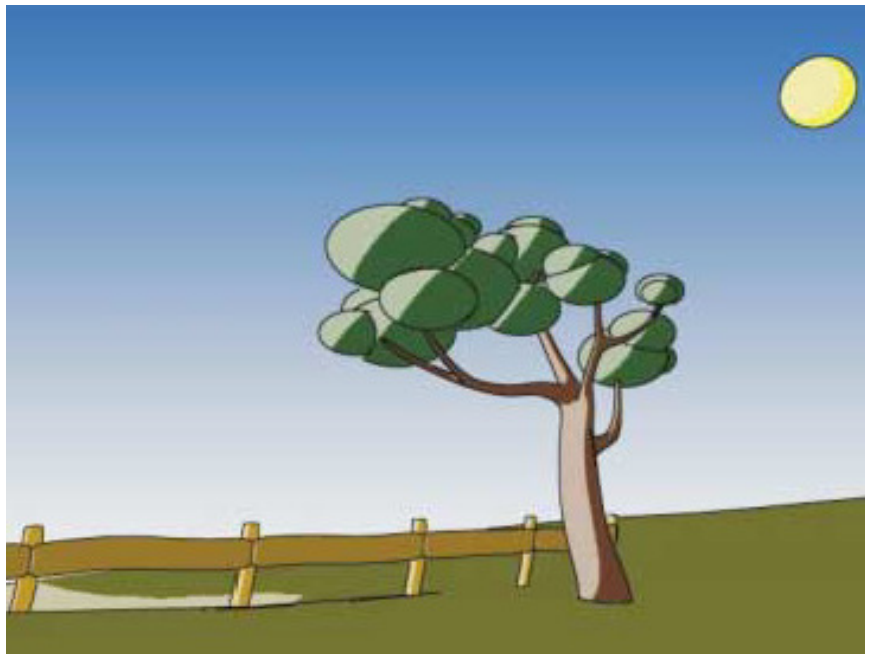
Tambem nãoprecisa ser realistico

Pode imitar pintores,
Transmitir sentimentos,
Fazer efeitos especificos

Stylistic rendering

Há muito mais do que isso!

Vimos aqui apenas sobre um realismo fotográfico das imagens, mas há diversas outras formas e esse assunto esta sempre em constante evolução. Assim depois desta leve introdução continue na área! Você já tem a bagagem teórica que precisa para agora descobrir o resto sozinho!



Toon Shading

Bibliografia:

D. F. Rogers, J. A. Adams. Mathematical Elements for Computer Graphics, 2dn Ed. , Mc Graw Hill, 1990

E. Azevedo, A. Conci, Computação Gráfica: teoria e prática, Campus ; - Rio de Janeiro, 2003

J.D.Foley,A.van Dam,S.K.Feiner,J.F.Hughes. Computer Graphics- Principles and Practice, Addison-Wesley, Reading, 1990.

Y. Gardan. Numerical Methods for CAD , MIT press, Cambridge, 1985.

A. H. Watt, F. Policarpo - The Computer Image , Addison-Wesley Pub Co (Net); 1998

https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/521493s/luennot/521493S_3-d_graphics_vi.pdf

http://graphics.stanford.edu/papers/rad/