



MAC0434/MAC6923 – Interação em Realidade Mista

Computação Gráfica

Fundamentos

Prof. Carlos Hitoshi Morimoto
Departamento de Ciência da Computação - IME/USP
<http://www.ime.usp.br/~hitoshi>

Nessa aula

- O que é uma imagem?
- O que é uma cena/objeto?
- Como gerar a imagem de um objeto/cena?
- O que é uma câmera?
- O que é iluminação?

IMAGEM

Imagem Digital

Uma **imagem digital** pode ser representada por uma matriz de pixels (picture elements).

A **resolução** da imagem é definida pela dimensão WxH da matriz, como por exemplo, 640 x 480 pixels.

O Aspect ratio é dado por W/H.

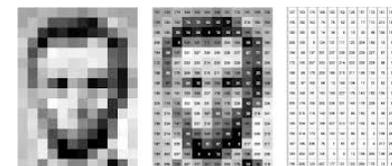
A profundidade da imagem é definida pelo número de bits usado por pixel.

1 bit: imagem binária

8 bits: imagem de cinzas (P&B)

24 bits: imagem colorida (RGB)

32 bits: colorida + um canal em geral transparência (alfa) ou depth (distância à câmara).



<https://ai.stanford.edu/~syyeung/cvweb/Pictures1/imagematrix.png>

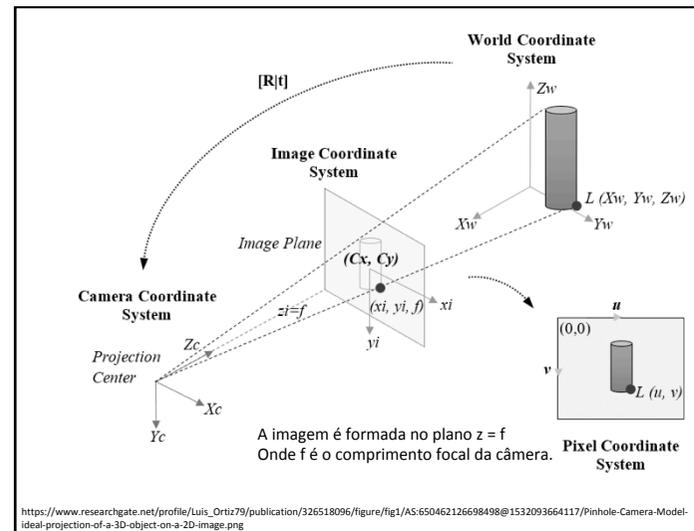
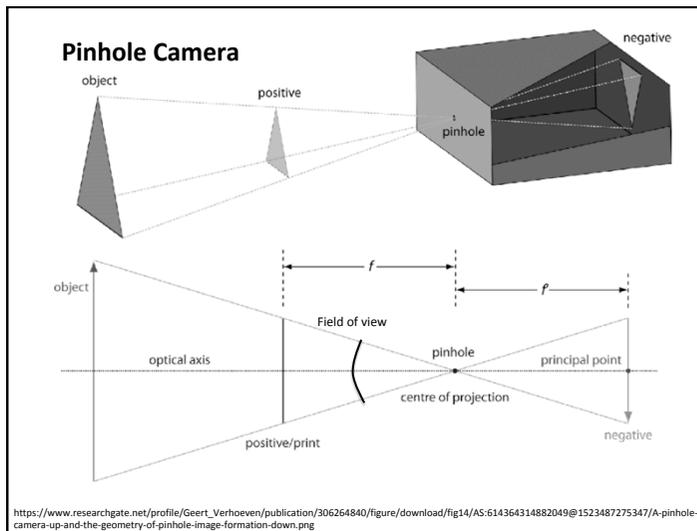
Quanto maior a resolução da imagem, mais detalhes conseguimos representar.

Processamento de imagens

- O processamento de imagens é computacionalmente caro.
- Uma única imagem Full HD (1920 x 1080) tem aproximadamente 2 milhões de pixels. Se representada usando 4 bytes por pixels, são necessários 8 Mbytes por imagem.
- Um vídeo mostra 30 imagens por segundo.

Projeção

FORMAÇÃO DE UMA IMAGEM



Parâmetros da câmara

A imagem formada depende de parâmetros intrínsecos e extrínsecos da câmara.

Os parâmetros extrínsecos permitem transformar pontos no sistema de coordenadas da câmara para o sistema da cena (mundo).

Parâmetros Intrínsecos:

- Comprimento focal
- Ponto principal, onde o eixo óptico cruza o plano de imagem
- Fator de escala horizontal e vertical.

The diagram shows the camera frame with axes x, y, z and the world frame with axes X, Y, Z . The image plane is at a distance f from the projection center. The focal plane is also shown. The transformation between the camera and world frames is defined by extrinsic parameters.

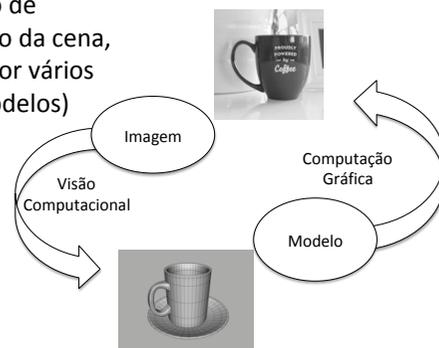
<https://openmvg.readthedocs.io/en/latest/openMVG/cameras/cameras/>

Visão Computacional

- A partir de uma imagem, a visão computacional busca extrair informações, como a identificação de estruturas na cena (planos, ou contornos dos objetos), a detecção e reconhecimento dos objetos, etc.
- A imagem portanto serve como entrada e a saída é uma descrição ou modelo de elementos da imagem.

Computação Gráfica

- A imagem é o resultado do processo de renderização da cena, composta por vários objetos (modelos)

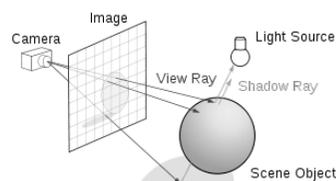


Rendering

IMAGE GENERATION

Ray tracing

- A técnica de ray tracing permite gerar imagens foto realistas.
- A ideia é calcular a cor de cada pixel percorrendo o caminho inverso da luz que chega na câmera.



[https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_\(graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_(graphics))

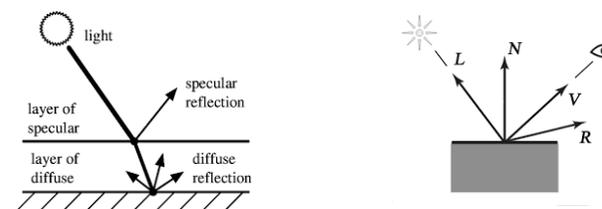
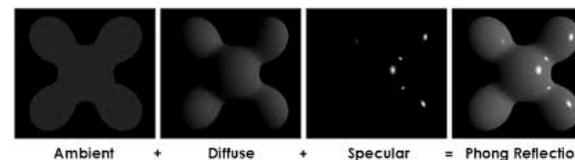
Ray tracking

- A cor de cada pixel depende:
 - Das propriedades das fontes de luz
 - Das propriedades da câmera
 - Das propriedades das superfícies do objeto
- A luz que chega em um pixel vindo de um ponto na superfície de um objeto depende de como a luz incide naquele ponto, e como ela é refletida naquele ponto.

Luz que chega em um pixel

- Possui componentes:
 - Do ambiente, devido a reflexões múltiplas vindas de toda parte
 - De difusão, que espalha a luz em todas as direções
 - Depende da normal N e da direção do vetor de luz L
 - De reflexão, que reflete a luz como um espelho
 - Depende da relação entre o vetor V e o de reflexão R
 - A luz refletida e de difusão depende da cor do objeto e quanta luz ela reflete ou difunde.

Phong Reflection Model



- O modelo de reflexão de Phong considera essas componentes da seguinte forma

$$I_p = k_a i_a + \sum_{m \in \text{lights}} (k_d (\hat{L}_m \cdot \hat{N}) i_{m,d} + k_s (\hat{R}_m \cdot \hat{V})^\alpha i_{m,s}).$$

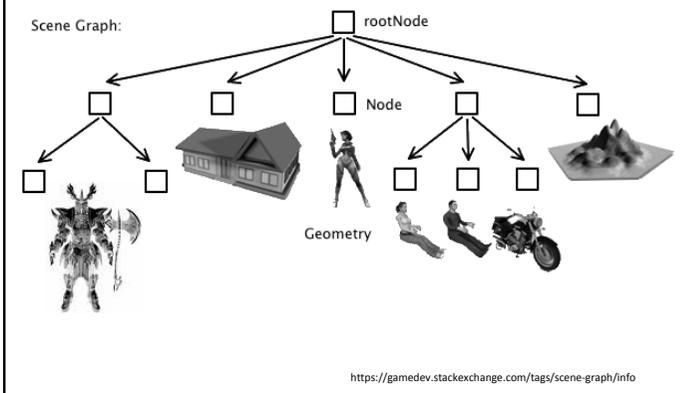
- Onde
 - K's são constantes do material do objeto
 - α constante que define o brilho do material

Mas calcular esses raios é computacionalmente muito caro!

Representation

OBJECTS AND SCENES

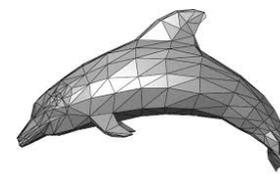
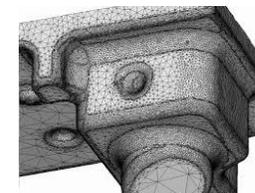
Scene Graph



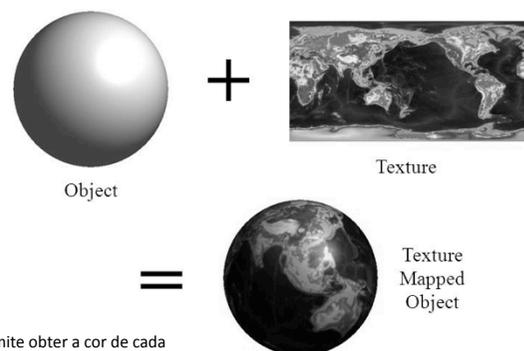
Scene and object representation

Mesh: malha poligonal usada para representar a superfície de objetos. Em geral, usamos triângulos.

Quanto mais fina a malha, mais detalhes são representados, porém mais cara será a renderização.

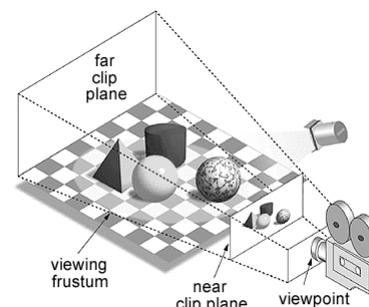


Texture Mapping



Permite obter a cor de cada ponto sobre a superfície do objeto de forma eficaz.

Viewing Frustum



- Frustum permite recortar e projetar apenas as partes dos objetos que vão compor a imagem.
- Cada triângulo é desenhado (sua textura), os mais distantes primeiro.
- Back face culling: pinta apenas a superfície externa. Para isso os vértices são ordenados no sentido horário.

https://www.pcmag.com/encyclopedia_images/_FRUSTUM.GIF