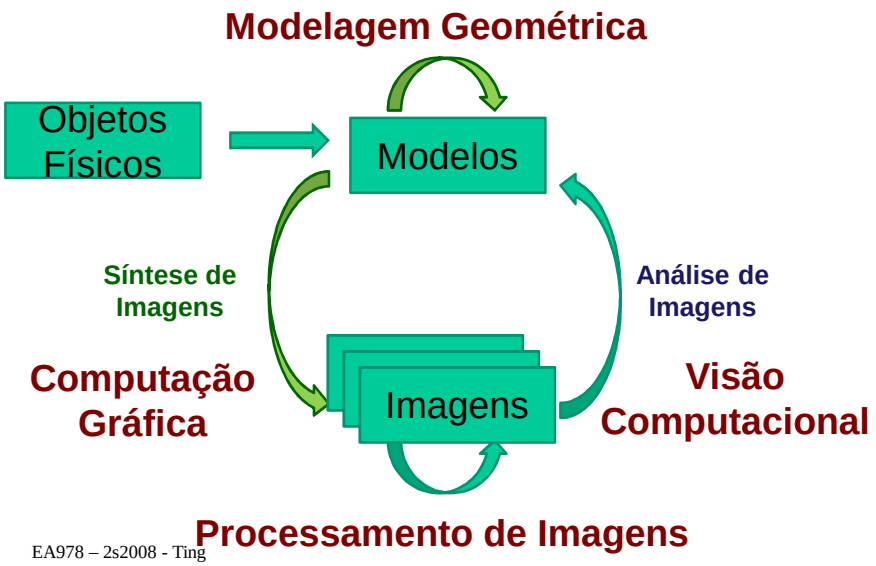
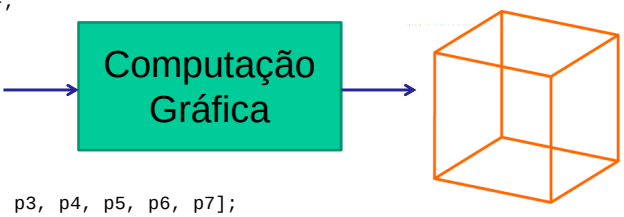
Áreas Correlatas



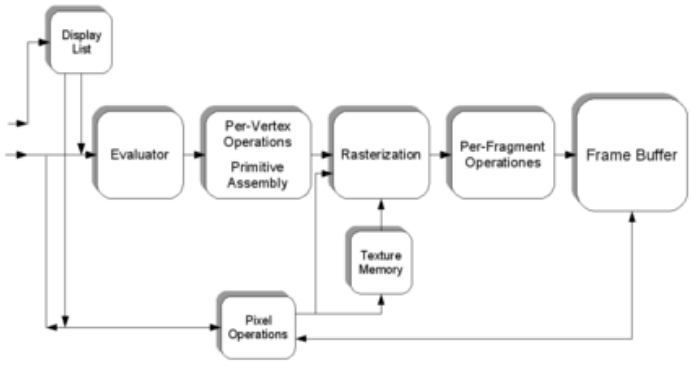
Síntese de Imagens

Conjunto de técnicas que transformam modelos matemáticos em imagens digitais

```
// top face
p0 = {x:-50, y:-50, z:-50};
p1 = {x:50, y:-50, z:-50};
p2 = {x:50, y:-50, z:50};
p3 = {x:-50, y:-50, z:50};
// botton face
p4 = {x:-50, y:50, z:-50};
p5 = {x:50, y:50, z:-50};
p6 = {x:50, y:50, z:50};
p7 = {x:-50, y:50, z:50};
 pointArray = [p0, p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7];

// p0 to p8 , the 3d points of a cube;
```

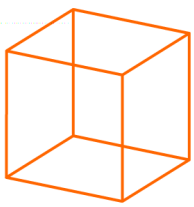


Síntese de Imagens
Fluxo em OpenGL



Análise de Imagens

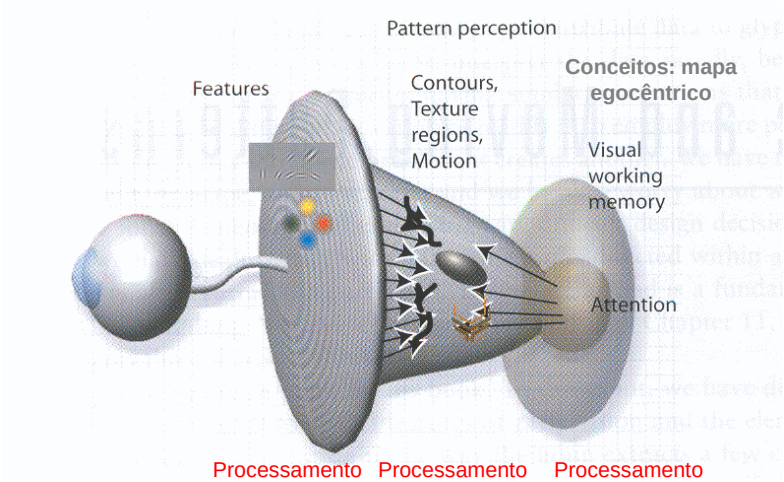
Conjunto de técnicas que transformam imagens digitais 2D em modelos processáveis pela máquina



Visão Computacional

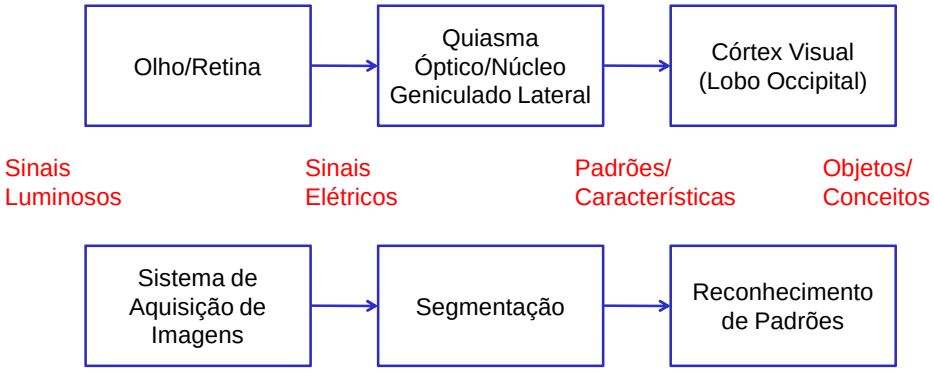
```
// top face
p0 = {x:-50, y:-50, z:-50};
p1 = {x:50, y:-50, z:-50};
p2 = {x:50, y:-50, z:50};
p3 = {x:-50, y:-50, z:50};
// botton face
p4 = {x:-50, y:50, z:-50};
p5 = {x:50, y:50, z:-50};
p6 = {x:50, y:50, z:50};
p7 = {x:-50, y:50, z:50};
 pointArray = [p0, p1, p2,
        p3, p4, p5, p6, p7];

// p0 to p8 , the 3d points
of a cube;
```

Sistema Visual

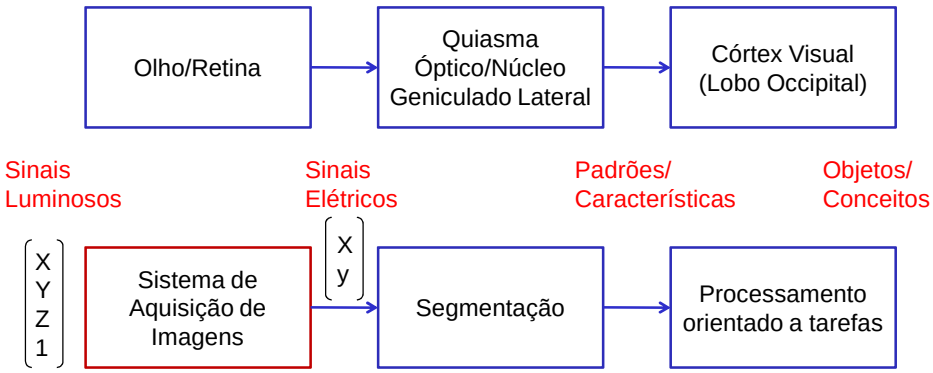


Sinais visuais são agregados em padrões, propiciando a percepção de formas, texturas e/ou movimentos

Analogia a Sistema Visual



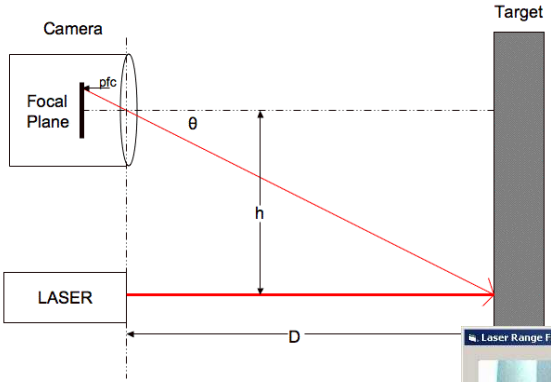
Analogia a Sistema Visual



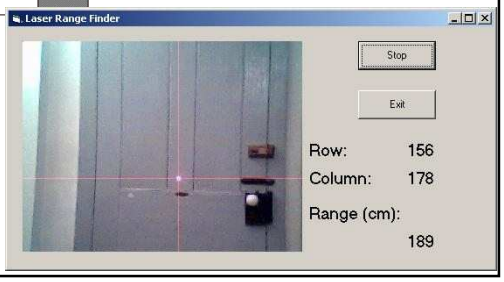
Imagens de profundidade: F(x,y) é distância ao sensor
Imagens de Intensidade: F(x,y) é um valor de intensidade

Aquisição de Imagens de Profundidade

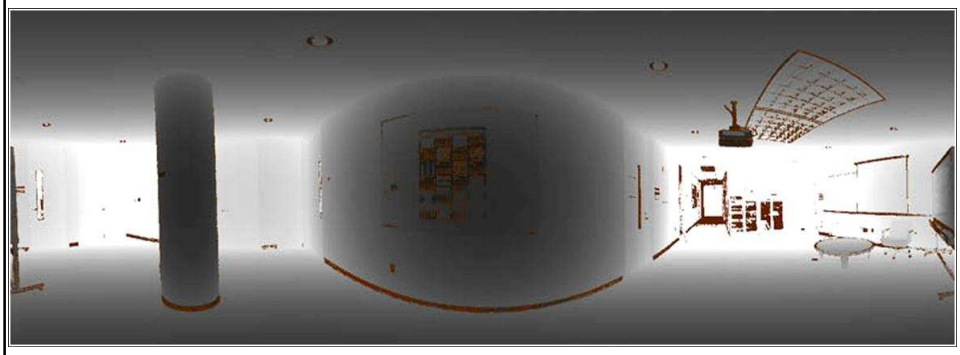
http://www.pages.drexel.edu/~twd25/webcam_laser_ranger.html



$$D = \frac{h}{tg\,\theta}$$

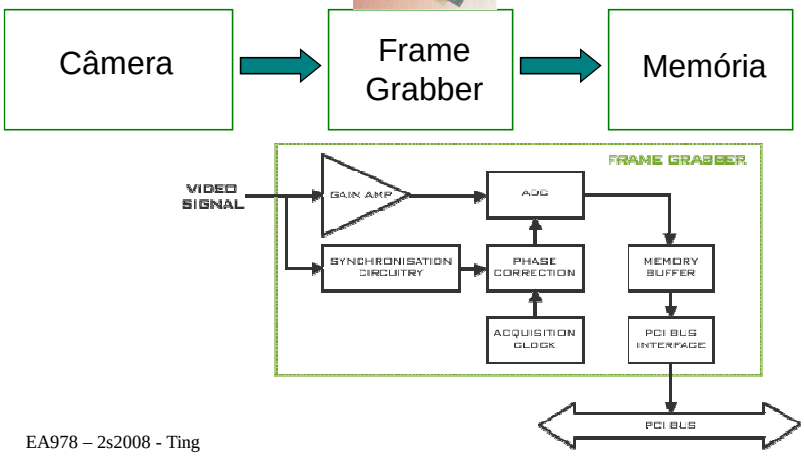


Imagens de Profundidade
Exemplo

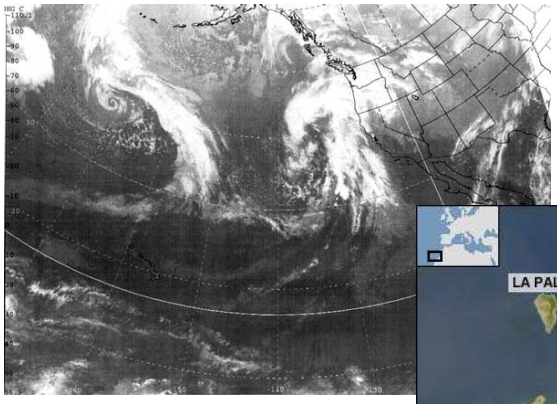


A intensidade da imagem varia com o valor de distância atribuído a cada *pixel*

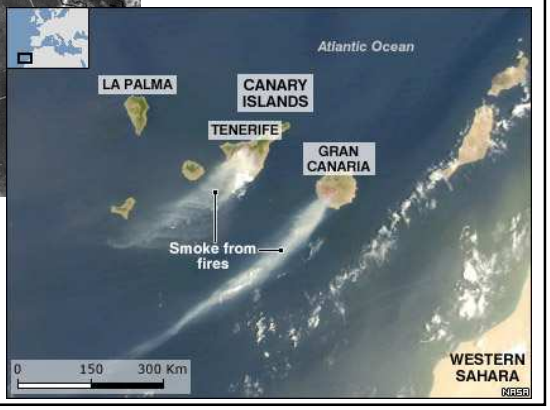
Aquisição de Imagens de Intensidade



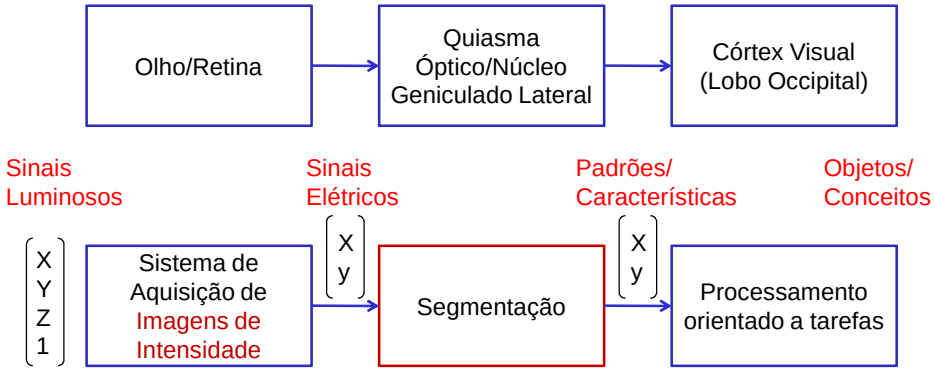
Imagens de Intensidade
Exemplos



A intensidade da imagem varia com o valor de energia luminosa captada por *pixel*



Analogia a Sistema Visual



Segmentação

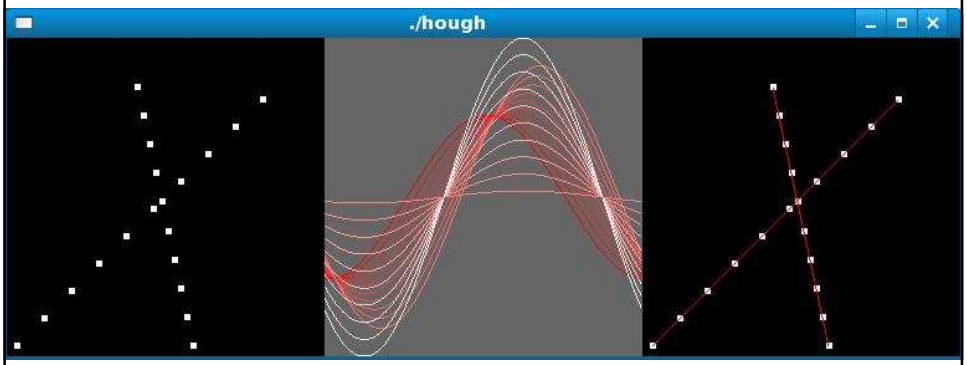
Imagem Original

Processamento de Imagens: limiarização

Segmentação por Similaridade

Segmentação por Descontinuidade

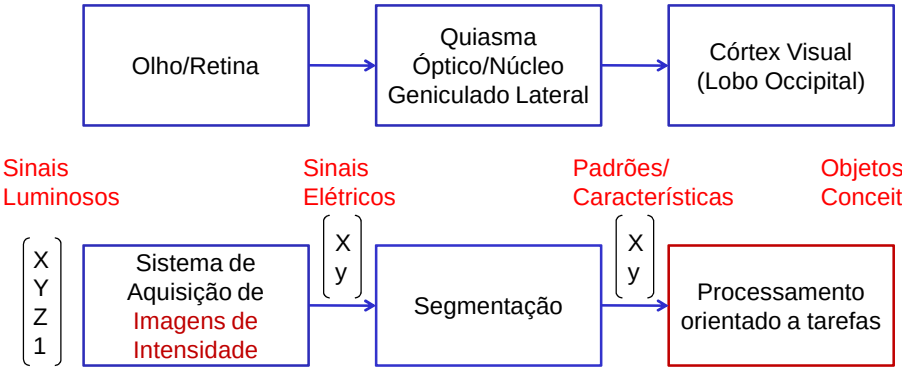
Segmentação



Conjunto de *pixels* de discontinuidade (espaço discreto) → Equações algébricas (espaço contínuo)

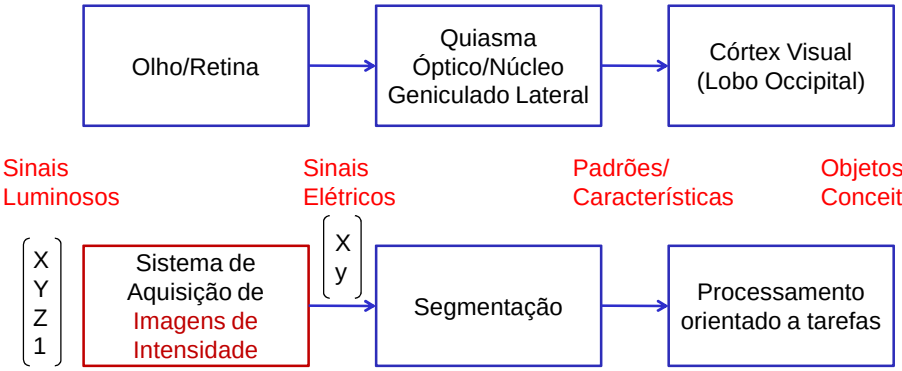
Facilita análise por ferramentas conhecidas

Analogia a Sistema Visual



Uma tarefa: integrar as imagens num único referencial

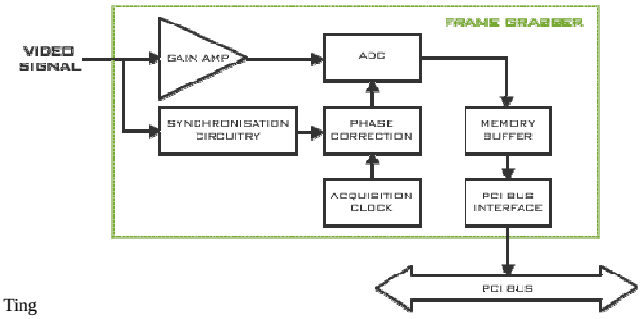
Analogia a Sistema Visual



Aquisição de Imagens de Intensidade

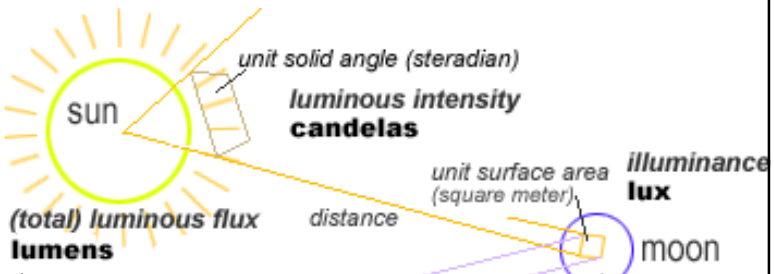
?

Câmera → Frame Grabber → Memória



Parâmetros Fotométricos

Radiações Luminosas

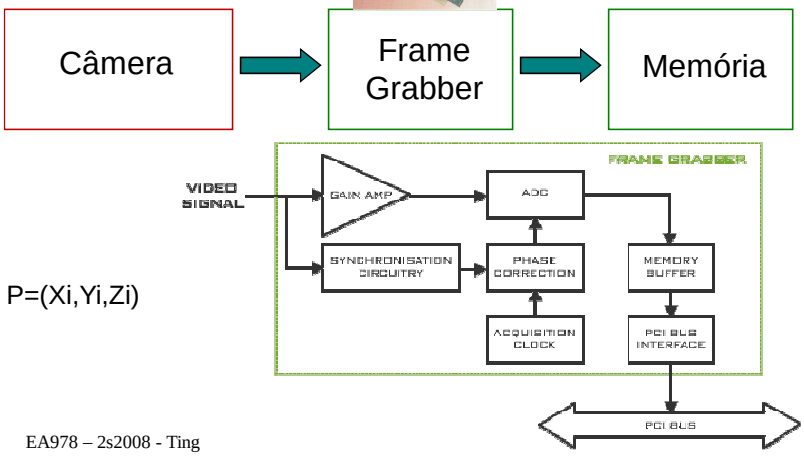


Quantidade de energia adquirida depende da energia irradiada (L), da área (d), da distância focal (f) da lente e da posição relativa da superfície em relação à lente (α)

$$F(p) = L(P)\frac{\pi}{4}\left(\frac{d}{f}\right)^2 \cos^4 \alpha$$

Aquisição de Imagens de Intensidade

L(P)

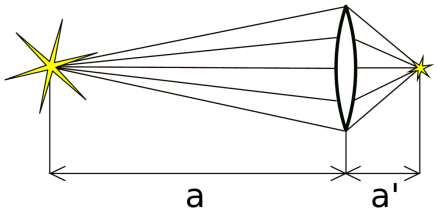


P=(Xi,Yi,Zi)

Parâmetros Ópticos

Parâmetros Intrínsicos

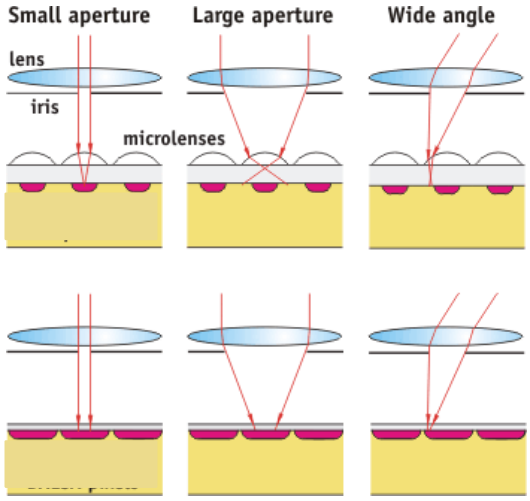
Equação Fundamental de Lentes Finas

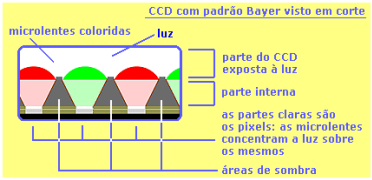


Distância focal: *f*

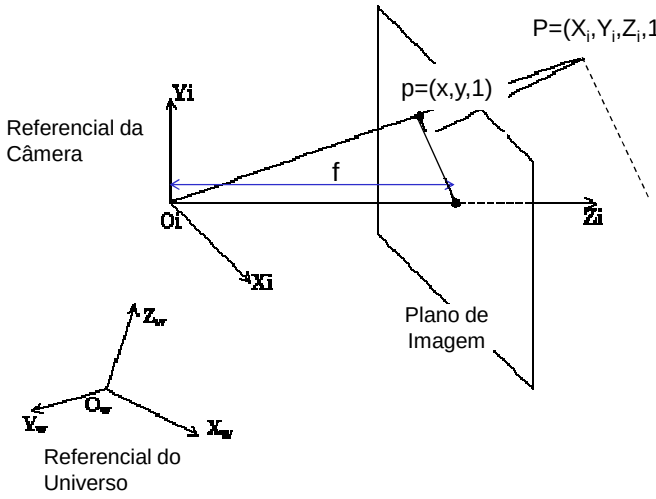
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$$

Aberturas Angulares





Modelo de Câmera Perspectiva

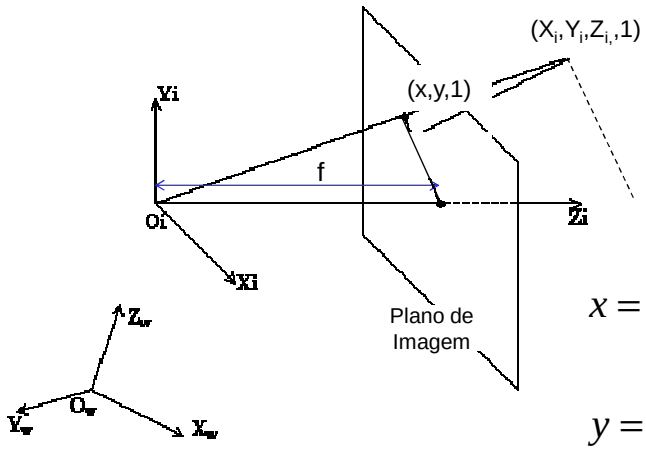


$(X_i,Y_i,Z_i,1)$ no espaço da câmera

$$x = f\frac{X_i}{Z_i}$$

$$y = f\frac{Y_i}{Z_i}$$

Modelo de Câmera Fracamente Perspectiva

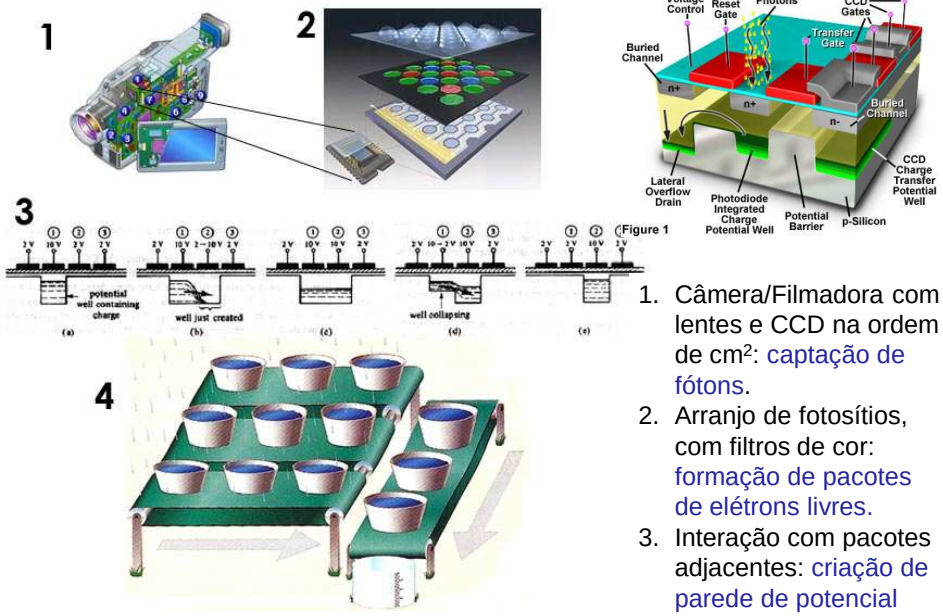


$$\delta Z_i < \frac{\overline{Z_i}}{20}$$

$$x = f\frac{X_i}{Z_i} \approx f\frac{X_i}{\overline{Z_i}}$$

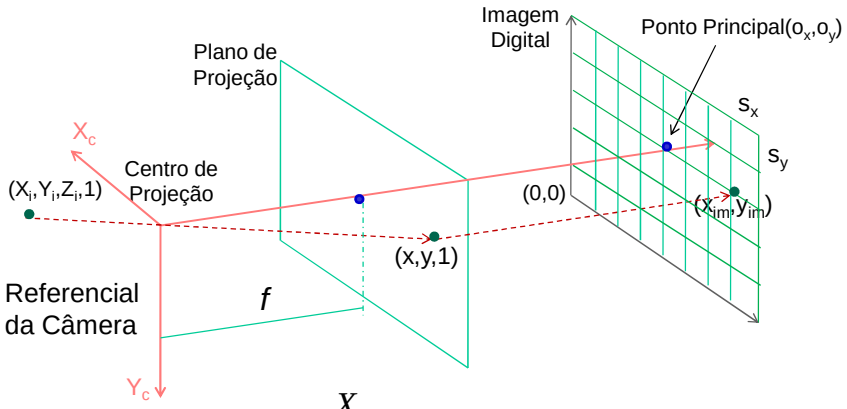
$$y = f\frac{Y_i}{Z_i} \approx f\frac{Y_i}{\overline{Z_i}}$$

Sinais luminosos F(p) → Sinais elétricos



1. Câmera/Filmadora com lentes e CCD na ordem de cm^2: captação de fótons.
2. Arranjo de fotosítios, com filtros de cor: formação de pacotes de elétrons livres.
3. Interação com pacotes adjacentes: criação de parede de potencial

Transformação Intrínseca



$$f\frac{X_i}{Z_i} = x - 0 = -(x_{im}s_x - o_x s_x) = -(x_{im} - o_x)s_x$$

$$f\frac{Y_i}{Z_i} = y - 0 = -(y_{im}s_y - o_y s_y) = -(y_{im} - o_y)s_y$$

Transformação Intrínseca

Parâmetros intrínsecos da câmera:
- Distância focal f
- Dimensões de pixel (s_x,s_y)
- Ponto principal/Centro de Interesse (o_x,o_y)

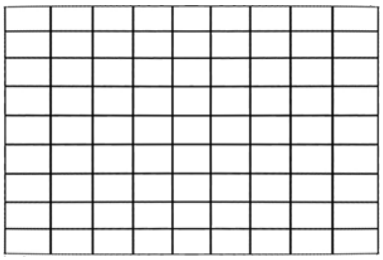
$$f\frac{X_i}{Z_i} = x = -(x_{im} - o_x)s_x$$

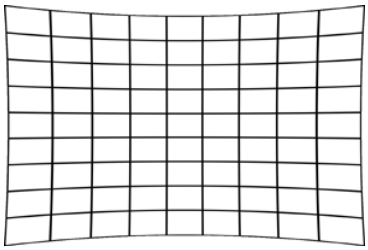
$$f\frac{Y_i}{Z_i} = y = -(y_{im} - o_y)s_y$$

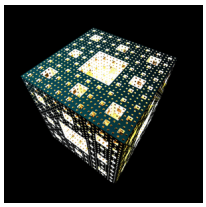
$$M_{int} = \begin{pmatrix} -f/s_x & 0 & o_x \\ 0 & -f/s_y & o_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

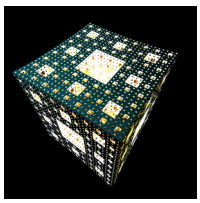
Outros Parâmetros Intrínsecos

Distorções Ópticas









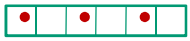
Desconsideram-se distorções: K_1 e K_2
centro de distorções radiais: C_x, C_y

Aliasing Espacial

- Freqüência de Amostragem (v)

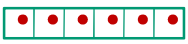
$$v = \frac{1}{d}$$

- Freqüência máxima captada sem distorção (v_c)

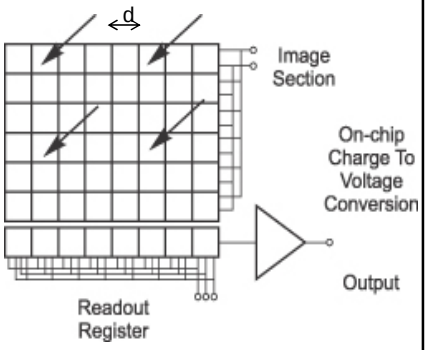


$$v_c = \frac{1}{2d}$$

- *Aliasing*



Amostras indistingüíveis
(efeito de borramento)



Algumas amostras indistingüíveis
(efeito de redução de amostras/aumento de espaçamento)

Ruídos e Auto-Covariância

- Estimativa de ruídos na aquisição: desvio-padrão de N imagens

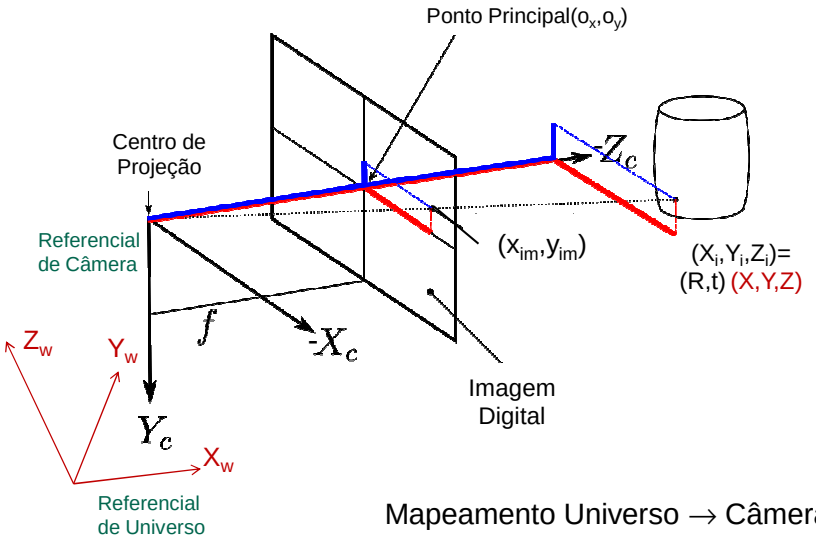
$$\overline{F(x,y)} = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} F_k(x,y)$$

$$\sigma(x,y) = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{k=0}^{N-1}(\overline{F(x,y)} - F_k(x,y))^2}$$

- Auto-Covariância: estimativa do efeito de interferência inter-*pixels*

$$C_{EE}(x,y) = \frac{1}{N^2}\sum_{x=0}^{N-x'-1}\sum_{y=0}^{N-y'-1}(F(x,y) - \overline{F(x,y)})(F(x+x',y+y') - \overline{F(x+x',y+y')})$$

Parâmetros Extrínsecos



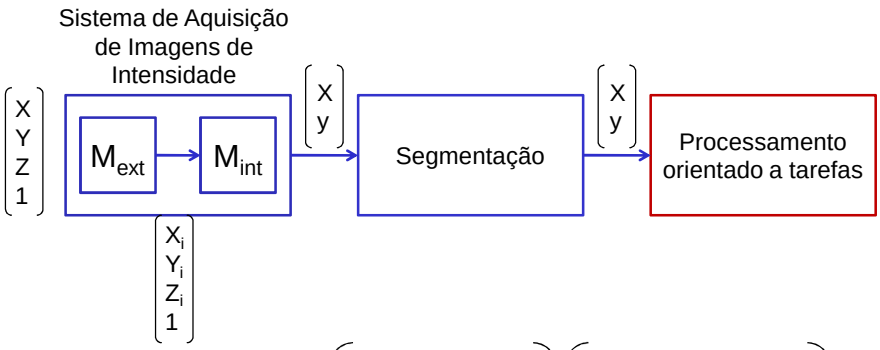
Mapeamento Universo → Câmera: (R,t)

Transformação Extrínseca

$$X_i = r_{00}X + r_{01}Y + r_{02}Z + t_x$$
$$Y_i = r_{10}X + r_{11}Y + r_{12}Z + t_y$$
$$Z_i = r_{20}X + r_{21}Y + r_{22}Z + t_z$$

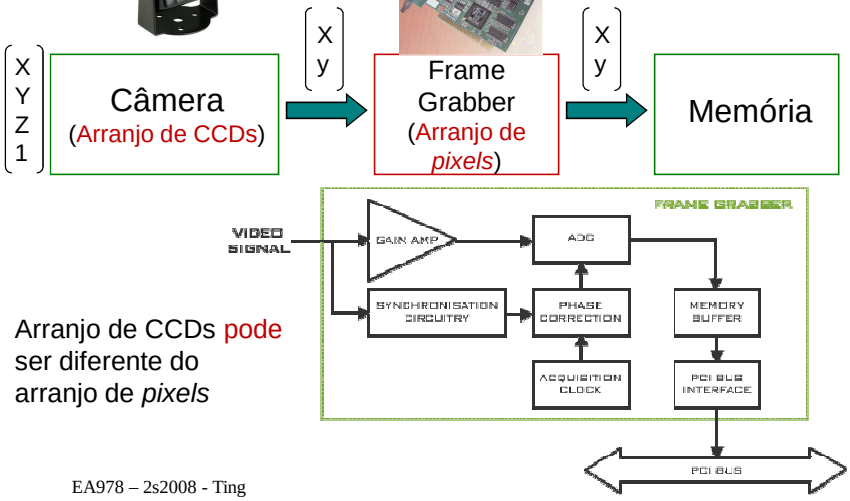
$$M_{ext} = \begin{pmatrix} r_{00} & r_{01} & r_{02} & t_x \\ r_{10} & r_{11} & r_{12} & t_y \\ r_{20} & r_{21} & r_{22} & t_z \end{pmatrix}$$

Um Modelo de Câmera



$$M_{int}\,M_{ext} = \begin{pmatrix} -f/s_x & 0 & o_x \\ 0 & -f/s_y & o_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{00} & r_{01} & r_{02} & t_x \\ r_{10} & r_{11} & r_{12} & t_y \\ r_{20} & r_{21} & r_{22} & t_z \end{pmatrix}$$

Arranjo de *Pixels*



Arranjo de CCDs pode ser diferente do arranjo de *pixels*