

Óptica Ecológica

Ambiente é um espaço através do qual as radiações eletromagnéticas propagam em todas as direções interagindo com os meios incluindo o sistema visual humano.

Estímulo = arranjo óptico ambiental

Percepção = extração das propriedades invariantes dos objetos



IA369C – 2s2008 - Ting

Fluxo Óptico

Arranjo óptico ambiental dinâmico



IA369C – 2s2008 - Ting

Fluxo Óptico

Arranjo óptico ambiental dinâmico

Padrão de movimento



IA369C – 2s2008 - Ting

Fluxo Óptico

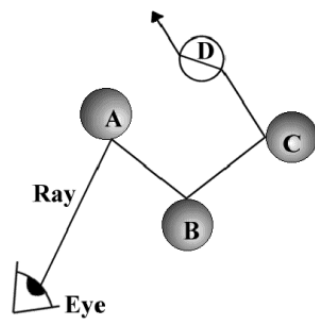
Arranjo óptico ambiental dinâmico

Padrão de movimento



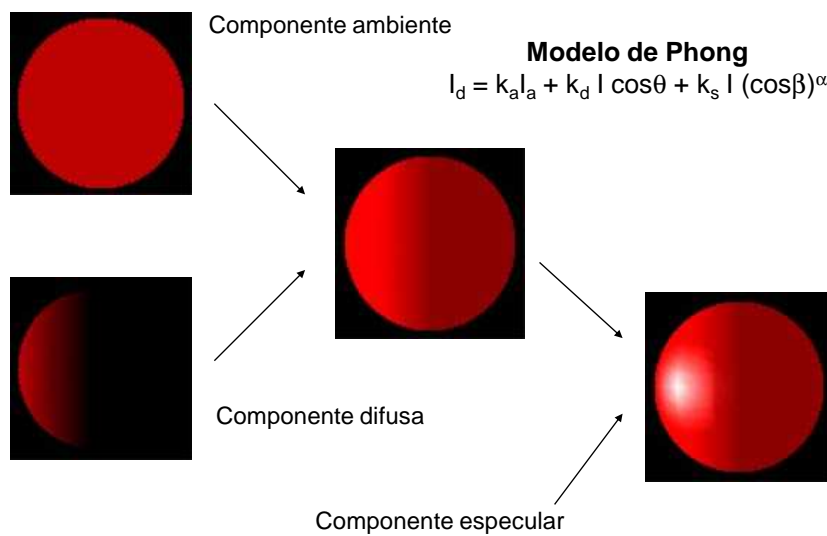
IA369C – 2s2008 - Ting

Interações Luz-Superfície



IA369C – 2s2008 - Ting

Modelo Simplificado

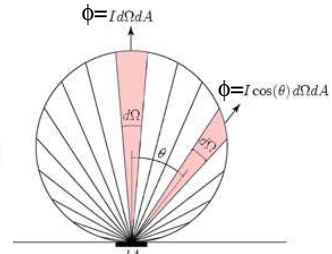
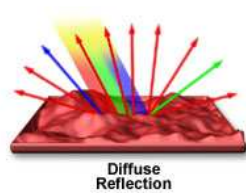


IA369C – 2s2008 - Ting

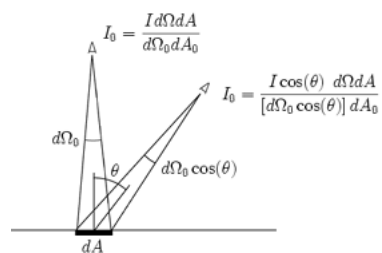
Componente Difusa ou Lambertiana

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

Intensidade luminosa refletida é diretamente proporcional ao cosseno do ângulo θ



Intensidade percebida pelo observador independe de sua posição

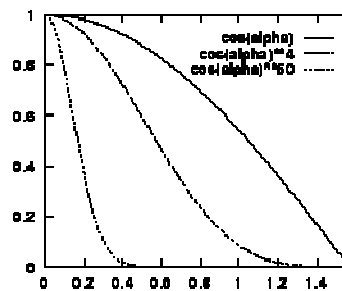
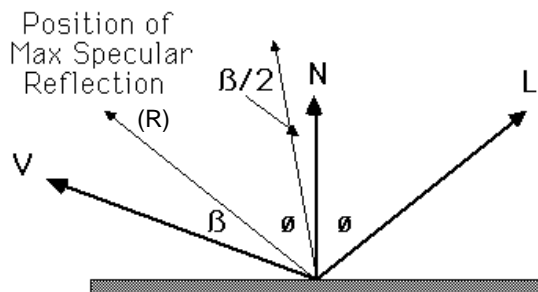


IA369C – 2s2008 - Ting

Componente Especular

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

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



IA369C – 2s2008 - Ting

Componente Ambiente

$$I_a = k_a I$$



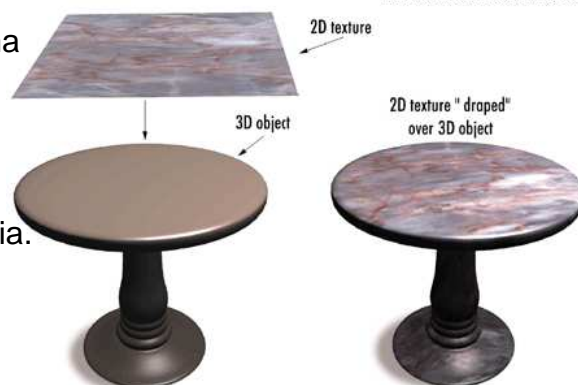
Intensidade luminosa comum para todos os pontos do ambiente

IA369C – 2s2008 - Ting

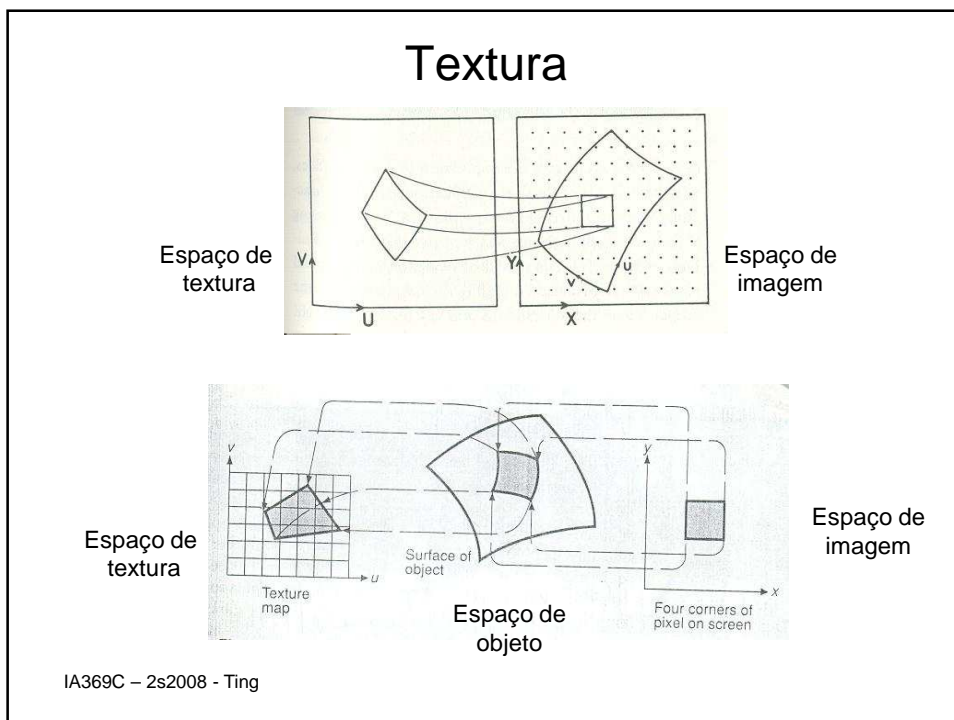
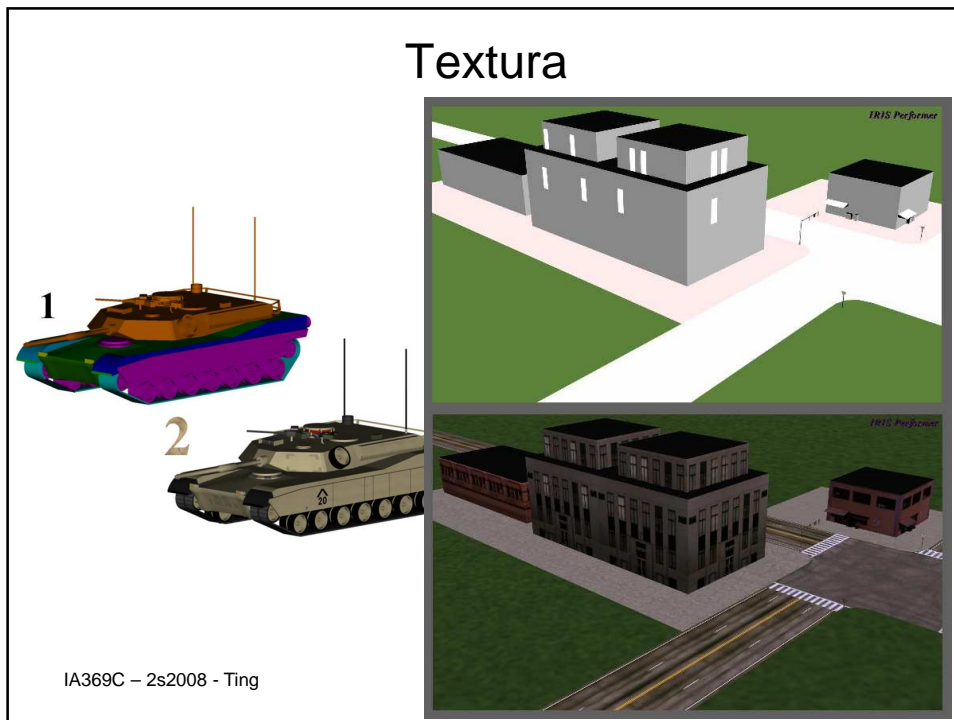
Textura

Prover uma forma eficiente de lidar com as diferenças de reflectância difusa ponto-a-ponto em uma superfície (Catmull, 1975).

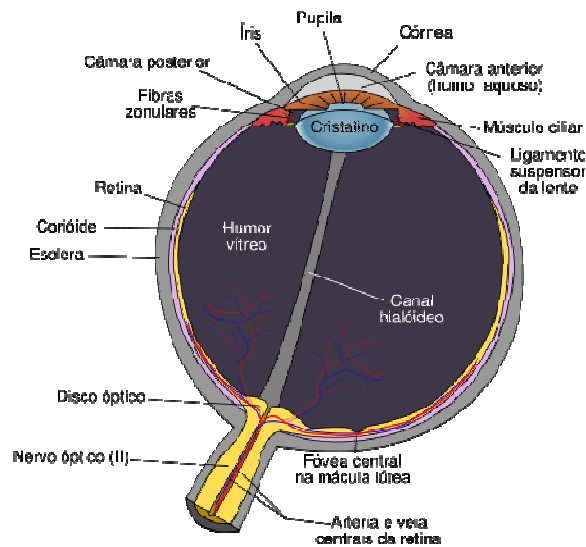
Mais eficiente do que usar apenas geometria.



IA369C – 2s2008 - Ting



Visão



Analogia à câmera

Pupila: abertura

Cristalino: lente

Retina: filme

IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade Visual

Capacidade do sistema visual em distinguir detalhes espaciais

Limitada por

densidade dos fotorreceptores
 função de espalhamento pontual
 tempo de exposição
 tamanho da pupila
 região retinal sendo estimulada
 difrações
 aberrações
 iluminação
 contraste

IA369C – 2s2008 - Ting

Lente

Córnea (f_1) e Cristalino (f_2)

Vergência de uma lente $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{r}$ (em dioptria -di)

Vergência da lente humana $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} \pm \frac{1}{f_2} = \sim 40 \text{ di} \pm \text{acomodação}$

IA369C – 2s2008 - Ting

Profundidade de Campo e de Foco

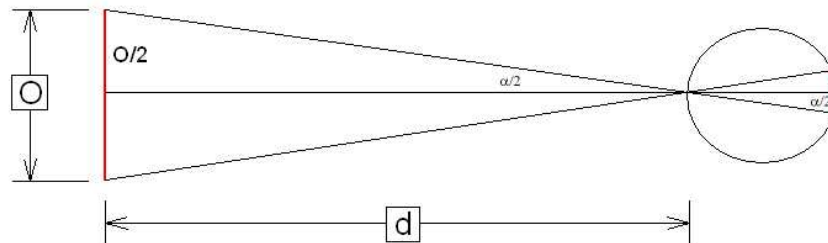
São **volumes** de percepção nítida de objetos, para frente e para trás, a uma distância específica para a qual a lente foi ajustada no foco.

Abertura de Pupila: 3mm		
Distância em foco (d)	Frente	Trás
50 cm	43 cm	60 cm
1 m	75 cm	1.5 m
2 m	1.2 m	6.0 m
3 m	1.5 m	∞

[$3d/(d+3)$, $-3d/(d-3)$]

IA369C – 2s2008 - Ting

Ângulo Visual



$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\alpha/2) &= (O/2)/d \\ \alpha/2 &= \operatorname{tg}^{-1}[(O/2)/d] \\ \alpha &= 2 \operatorname{tg}^{-1}[(O/2)/d] \end{aligned}$$

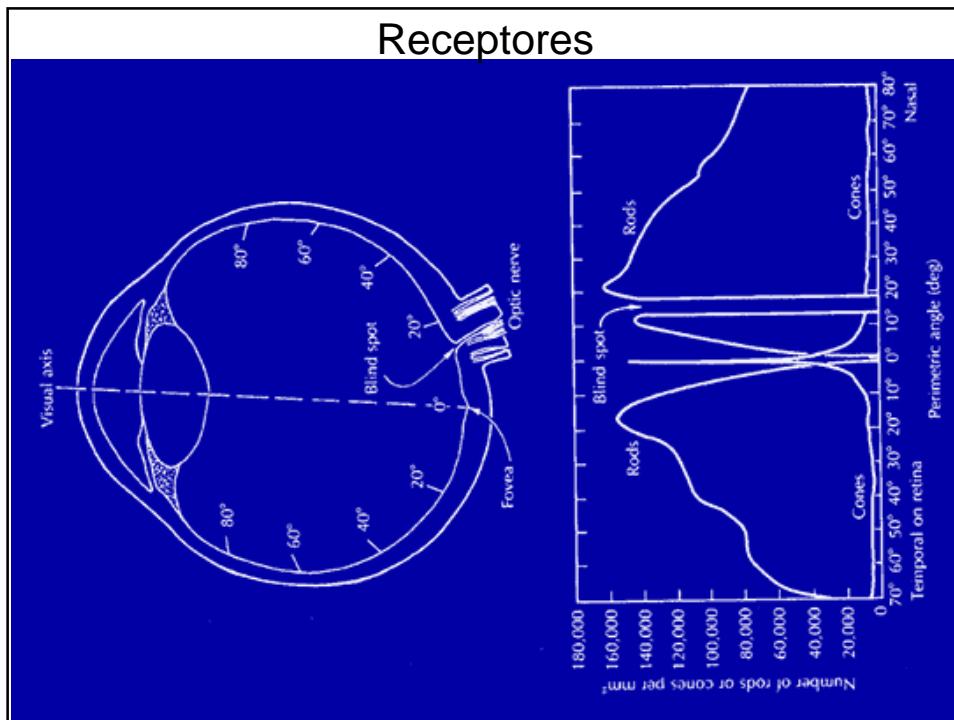
$$\begin{aligned} d &= 57 \text{ cm} \\ O &= 1 \text{ cm} \\ \hat{\text{Ângulo visual}} &= 1^\circ \end{aligned}$$

IA369C – 2s2008 - Ting

Ângulo Visual

Visual Angles Associated with Common Objects and Distances	
Character on a computer screen at 50 cm	17' (0.28 degrees)
Diameter of the sun and moon as seen from Earth	30' (0.50 degrees)
Quarter held at arm's length	2.5 degrees
Thumbnail at arm's length (basis for the expression "rule of thumb")	2 degrees
Quarter at 100 meters	0.85' (0.014 degrees)
Quarter at 5 km	1" (0.00028 degrees)
Diameter of the fovea	1 degree
Diameter of a foveal cone	30" (0.5')
Dimensions of the blind spot	7.5 degrees (vertical); 5 degrees (horizontal)

IA369C – 2s2008 - Ting



Acuidade em Detecção


Habilidade em perceber a presença de um objeto

Detection Acuity

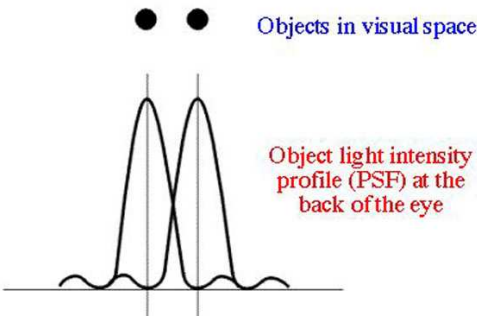
IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade em Resolução

Habilidade em distinguir **separabilidade**



tipicamente em torno de 1 minuto de arco.

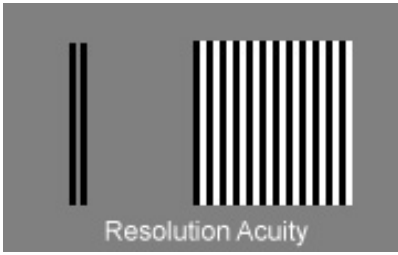


Object light intensity profile (PSF) at the back of the eye

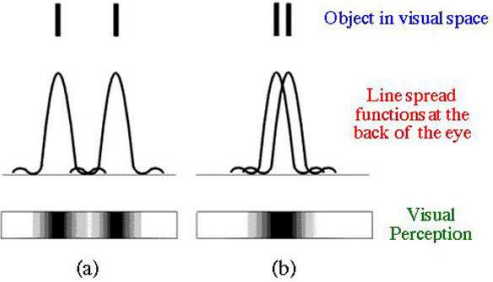
Função de espalhamento pontual

IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade em Resolução




Resolution Acuity



Line spread functions at the back of the eye

Visual Perception

(a) (b)



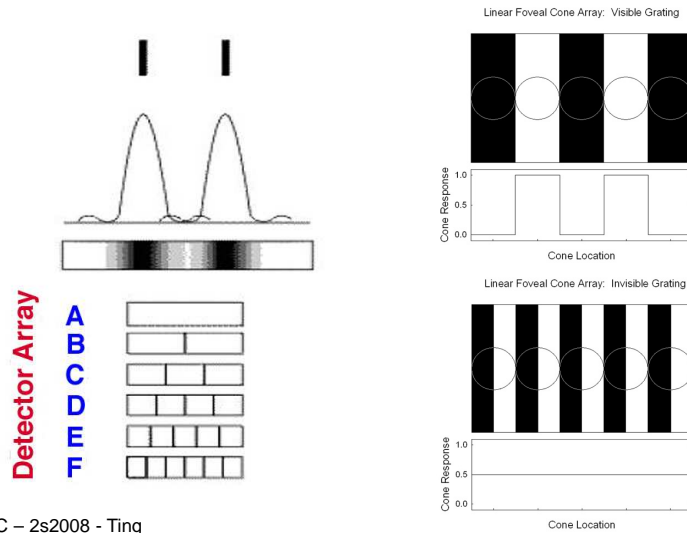
Resolution Acuity: Landolt Ring

tipicamente em torno de 1-2 minutos de arco.

IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade em Resolução

Espaçamento de Fotorreceptores



IA369C – 2s2008 - Ting

Para próxima aula:

Pesquisar uma aplicação (qualquer) que possa tirar proveito da profundidade de foco e acuidade do sistema visual humano.

Refletir: *“Humans can resolve a grating of approximately 50 cycles per degree. If we take into account the sampling theory that states that we must sample at more than twice the highest frequency we wish to detect, this suggests that we need more than 100 pixels per degree. Perhaps 150 pixels per degree would be reasonable.”*

IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade em Localização

Habilidade em distinguir **desalinhamento**



Visão humana é sensível a desalinhamento.
Acuidade Vernier é tipicamente em torno de 5-10" (5-10 seconds) de arco.

IA369C – 2s2008 - Ting

Acuidade em Reconhecimento

Habilidade em **reconhecer letras**

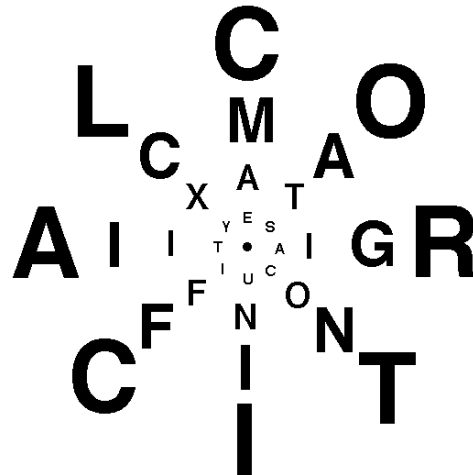
C Z H
V R N H Z
H N O R C

Recognition Acuity: Sloan Letters

Acuidade é tipicamente em torno de 5 minutos de arco.

IA369C – 2s2008 - Ting

Variação da Acuidade em função da Excentricidade Retinal



Tamanho de Caracter = 0.046 e

IA369C – 2s2008 - Ting

Pixels Cerebrais x Pixels Digitais

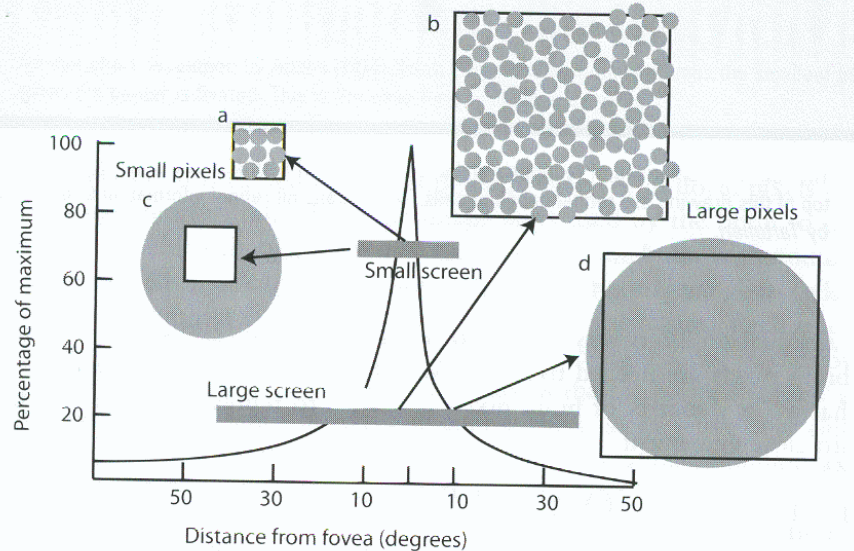
	Cérebro	Disp. Digitais
Natureza	Discreto	Discreto
Dimensão/unidade	Não uniforme	uniforme
Estruturação	Não uniforme	uniforme
Densidade	Não uniforme	uniforme

TBP: número total de *pixels* cerebrais
 USPB: número de *pixels* unicamente estimulados
 SP: *pixels* digitais

Eficiência da tela (DE) = USPB/SP
 Eficiência Visual (VE) = USPB/TBP

IA369C – 2s2008 - Ting

Pixels Cerebrais x Pixels Digitais



Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial



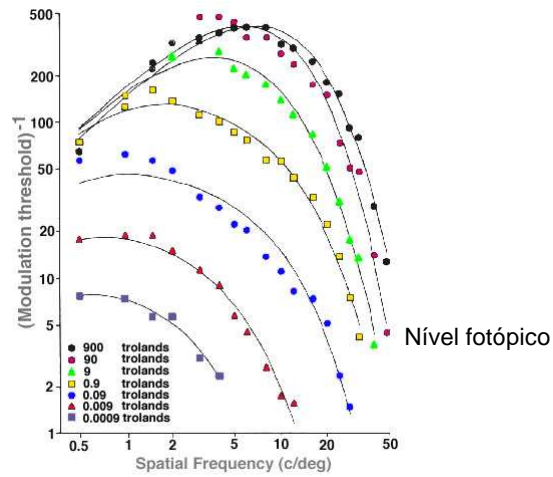
$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

Estímulos:

- Contraste (Amplitude do sinal)
- Frequência espacial (número de barras por grau do ângulo de visão)
- Orientação (direção das barras)
- Fase (deslocamento inicial das barras)

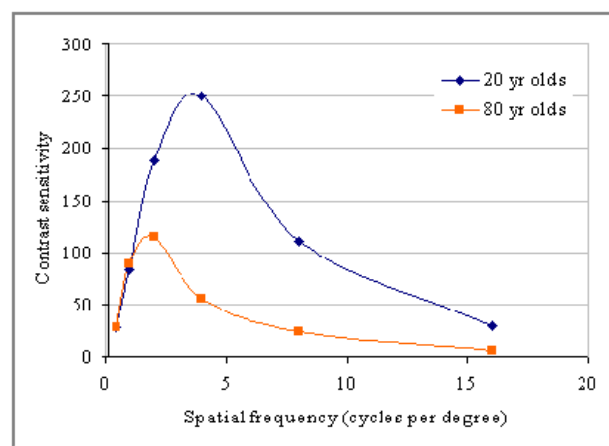
IA369C – 2s2008 - Ting

Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial



IA369C – 2s2008 - Ting

Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial



IA369C – 2s2008 - Ting

Função de Sensibilidade ao Contraste Temporal

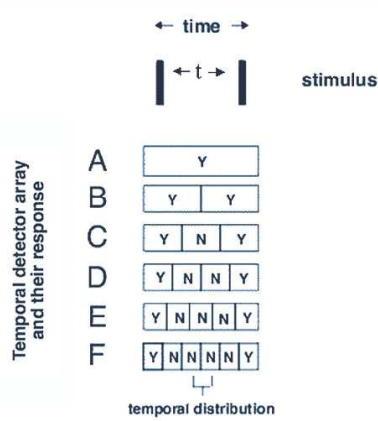


Fig. 2. Speed of integration allows the detection of intermittent stimuli. Detector arrangement C and beyond allows discrimination of the stimuli over time.

IA369C – 2s2008 - Ting

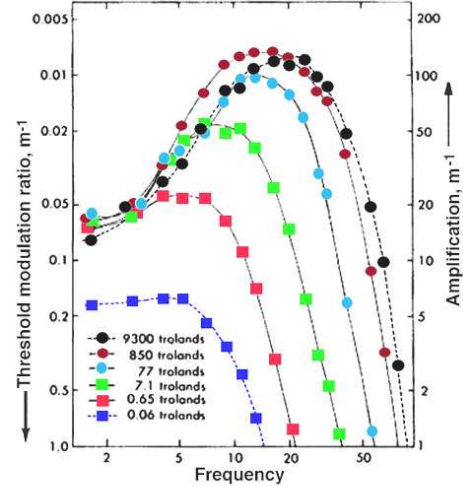


Fig. 11. Temporal Contrast Sensitivity Function (TCSF) for various adapting fields. Kelly's data from Hart Jr, W. M., The temporal responsiveness of vision. In: Moses, R. A. and Hart, W. M. (ed) Adler's Physiology of the eye, Clinical Application. St. Louis: The C. V. Mosby Company, 1987.

Função de Sensibilidade ao Contraste Temporal

Freqüência de Cintilação Crítica:
 Freqüência para a qual o estímulo variante aparenta ser contínuo

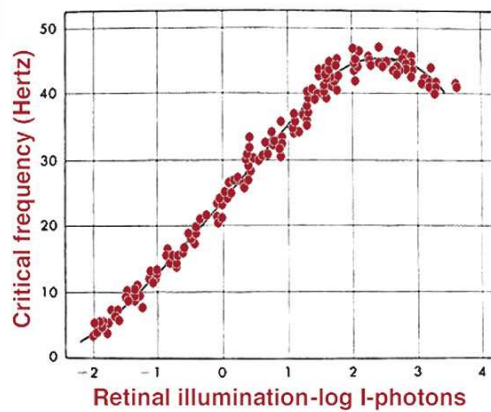
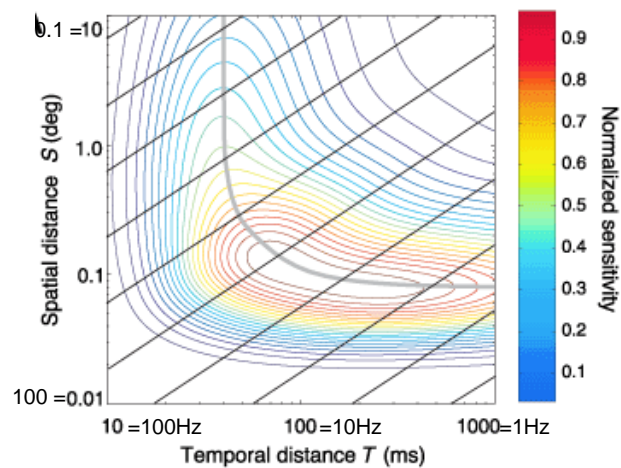


Fig. 7. CFF at the fovea over a range of retinal illuminance (photon = troland) of the test field, showing conformity of the Ferry-Porter Law over four logarithmic units. Hecht and Verrijp's data from Hart Jr, W. M., The temporal responsiveness of vision. In: Moses, R. A. and Hart, W. M. (ed) Adler's Physiology of the eye, Clinical Application. St. Louis: The C. V. Mosby Company, 1987.

IA369C – 2s2008 - Ting

Função de Sensibilidade ao Contraste Espaço-Temporal



(Kelly, 1979)

IA369C – 2s2008 - Ting

Aplicações

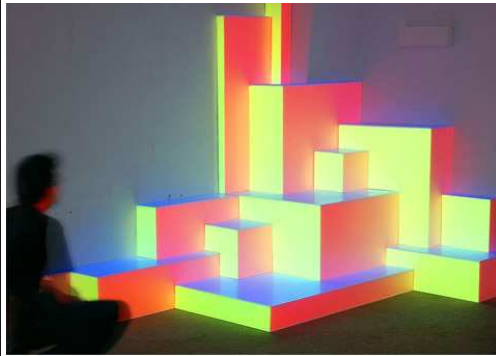
Desenvolvimento de Tecnologia de Exibição
Head Mounted Displays (HMD)
Head Up Displays (HUD)
 Monitores CRT

Projeto de Sistema de Visualização de Informação
 Focalização de padrões por cintilação
 Distinção por *aliasing*
 Padrões que causam cansaço

IA369C – 2s2008 - Ting

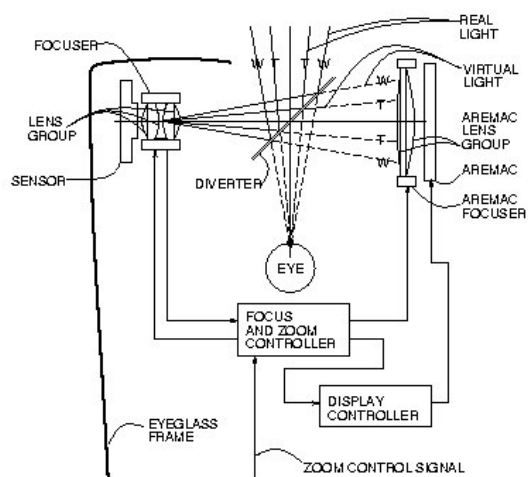
Realidade Aumentada

Integração dos dados reais com os dados gerados por computador.
 Imagens sintéticas + Imagens digitais capturadas



IA369C – 2s2008 - Ting

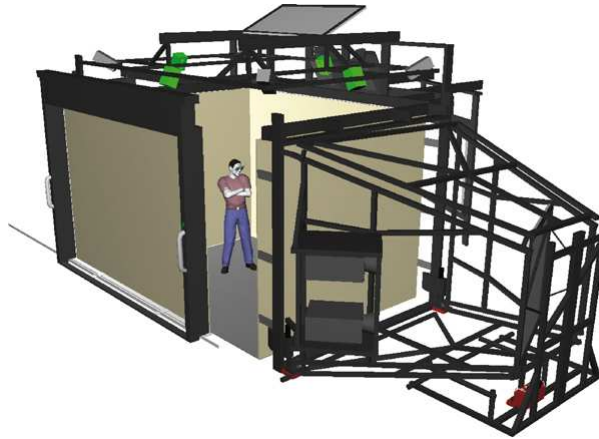
Realidade Aumentada



IA369C – 2s2008 - Ting

Realidade Virtual

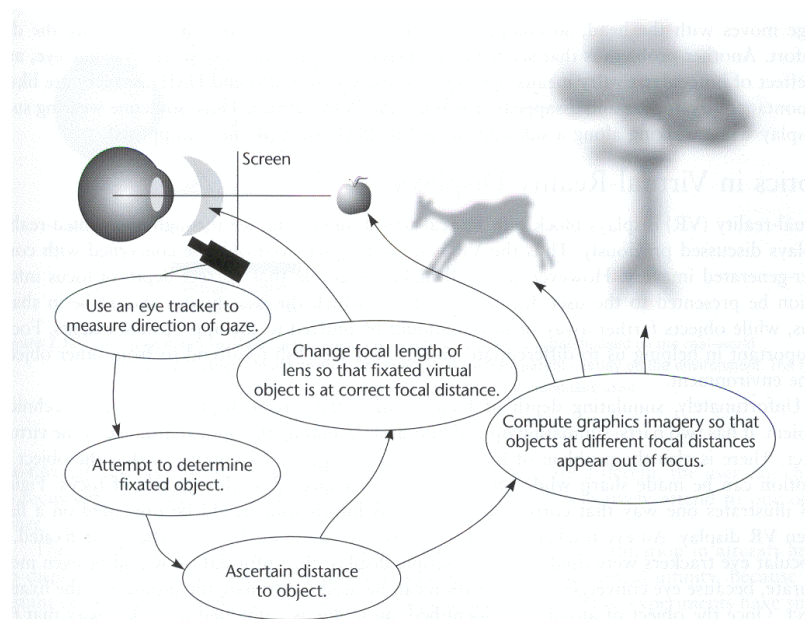
Interação com ambientes gerados por computador



IA369C – 2s2008 - Ting

CAVE

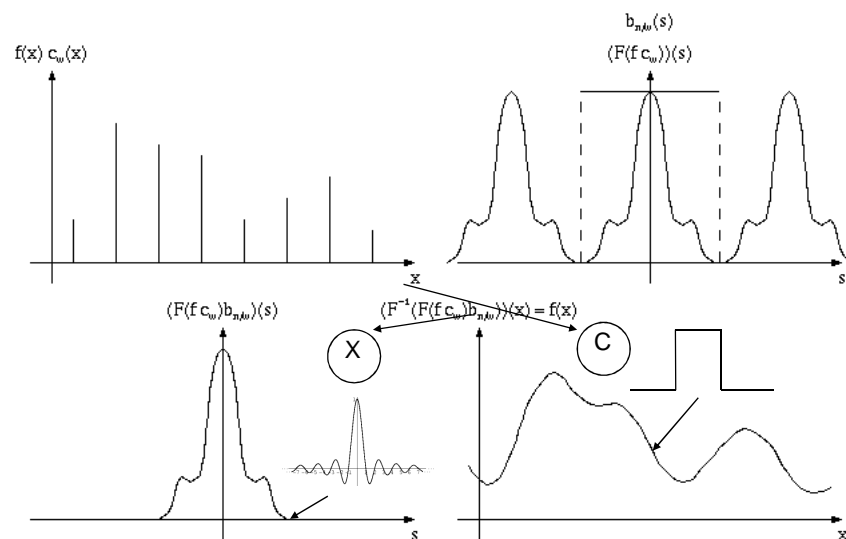
Realidade Virtual



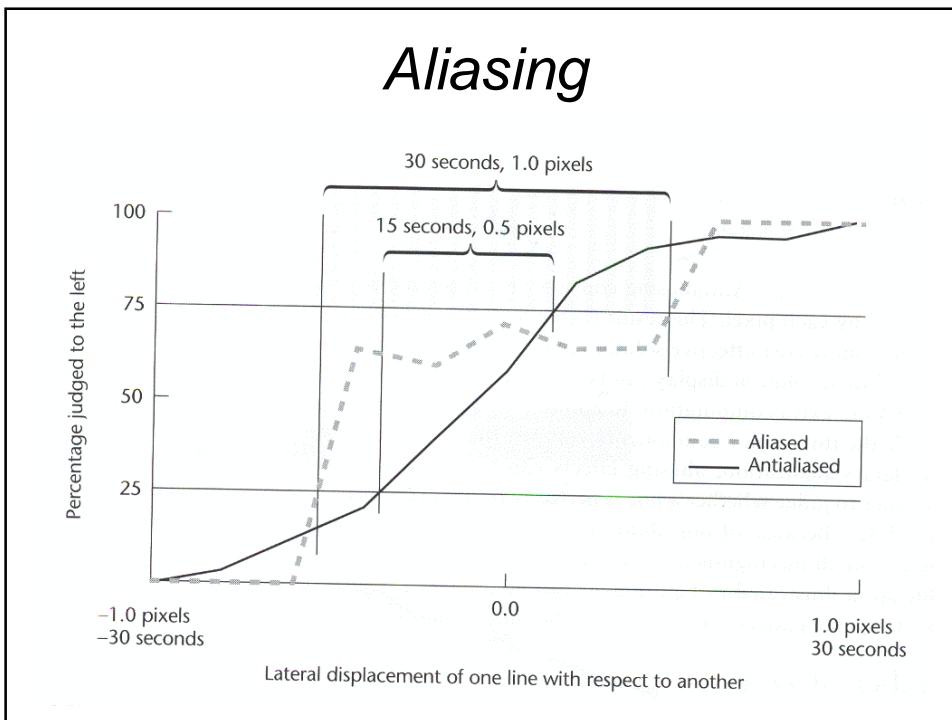
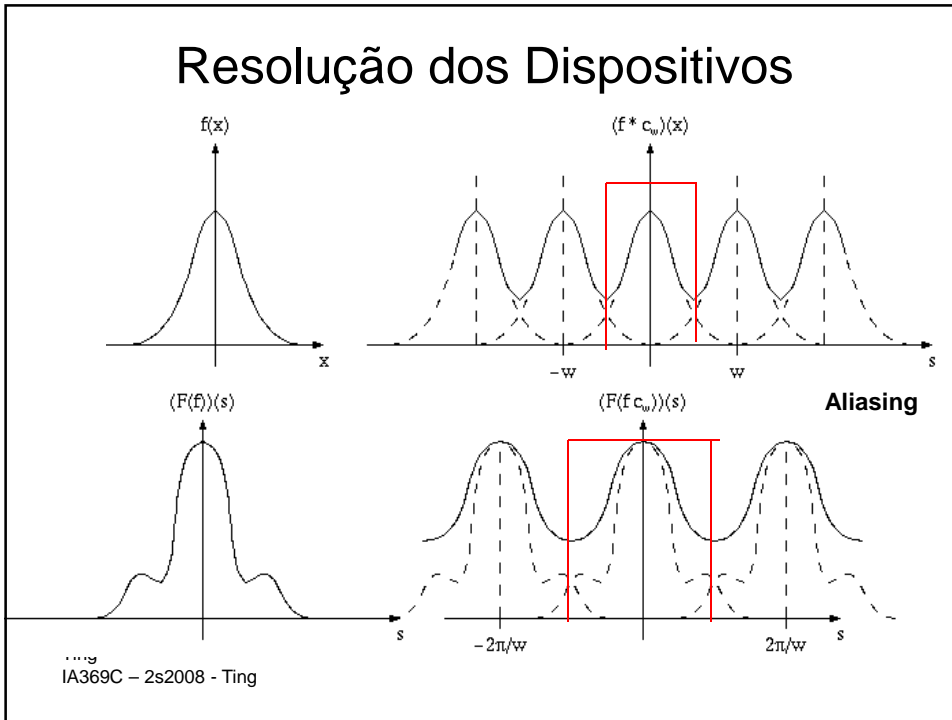
Refletir: "Humans can resolve a grating of approximately 50 cycles per degree. If we take into account the sampling theory that states that we must sample at more than twice the highest frequency we wish to detect, this suggests that we need more than 100 pixels per degree. Perhaps 150 pixels per degree would be reasonable."

IA369C – 2s2008 - Ting

Resolução dos Dispositivos



IA369C – 2s2008 - Ting

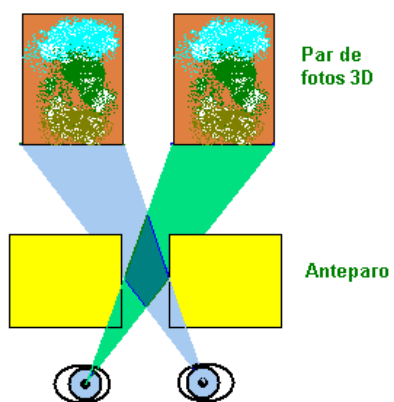


Avaliação de algumas aplicações em relação ao aproveitamento do mecanismo de acuidade visual

Imagens

Gustavo Kaneblai M. Costa

Técnica para visão 3D



Imagens

Lionis de Souza Watanabe

Visualização de múltiplas consultas

Estudo de caso
Interactive Visualization of Multiple Query Results

Lionis de Souza Watanabe

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
UNICAMP - SP, BRAZIL

13 de agosto de 2008



Lionis de Souza Watanabe Estudo de caso

Imagens

Maiana Santos Lopes

