


## SCC0261 – Multimídia

**Prof.: Dr. Rudinei Goularte**  
(rudinei@icmc.usp.br)


Aula 7 – Percepção e Imagens.

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC  
Sala 4-234




## Sumário

- 1 – Introdução
- 2 – O Sistema Visual Humano
- 3 – Luz e Cor
- 4 – Aquisição de Imagens
- 5 – Representação de Imagens
- 6 – Compressão de Imagens

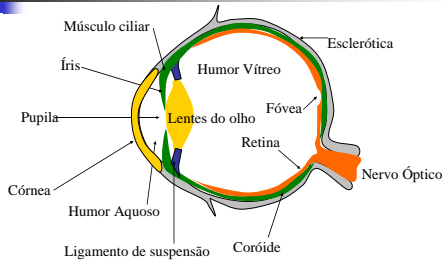


## 1. Introdução

- 70% das informações que coletamos vêm da visão.
- A visão é o nosso sentido mais importante



## 2. Sistema Visual Humano





## 2. Sistema Visual Humano

- Cones:** fotoreceptores para cor.
  - 6 a 7 milhões.
  - Concentrados na fóvea.
- Bastonetes:** fotoreceptores para intensidade luminosa.
  - 75 a 150 milhões.
  - Espalhados por toda a retina.





## 2. Sistema Visual Humano

- Cones:**
  - Teoria tristímulus da visão (*tristimulus theory of vision*)
  - Possuem três tipos de fotopigmentos:
    - Azul, Verde e Vermelho.
  - Sensibilidade: 430nm, 530nm e 560nm.
  - Porcentagem de cones: 4%, 32% e 64%.



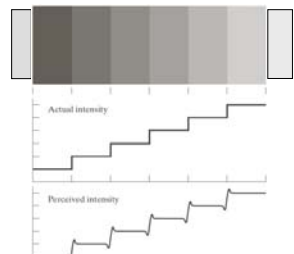
## 2. Sistema Visual Humano

- Adaptação ao brilho (*brightness adaptation*)
  - Por que é importante?
  - Níveis de intensidade de luz percebido:
    - Intervalo de  $10^{10}$ !!!
    - Brilho é subjetivo.

## 2. Sistema Visual Humano

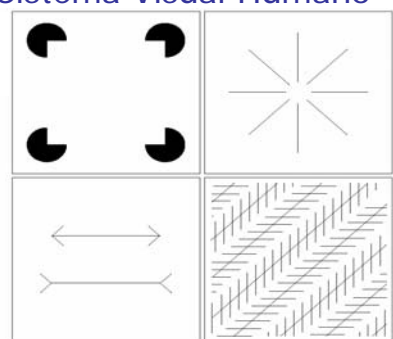
Contraste simultâneo:

Faixas de Mach:



The diagram shows a series of gray squares of varying intensities. Below them, two graphs are plotted: 'Actual intensity' and 'Perceived intensity'. The 'Actual intensity' graph shows a step-like increase in intensity across the squares. The 'Perceived intensity' graph shows a similar step-like increase but with a noticeable overshoot at the boundaries between different intensity levels, illustrating the Mach band effect.

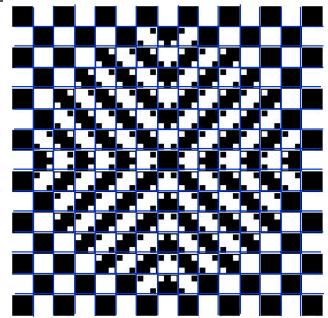
## 2. Sistema Visual Humano



The four panels illustrate different types of visual illusions:
 

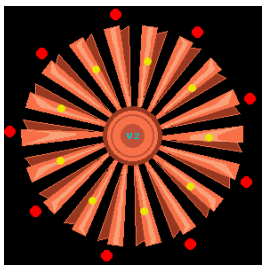
- Top-left: The illusion of motion, showing four black shapes that appear to be moving in a clockwise direction.
- Top-right: The illusion of size, showing a central point with lines radiating outwards, where the lines appear to get longer as they move away from the center.
- Bottom-left: The illusion of length, showing two horizontal lines with arrows pointing outwards from their centers, where the lines appear to be of different lengths.
- Bottom-right: The illusion of direction, showing a series of parallel lines that appear to be moving in a specific direction.

## 2. Sistema Visual Humano



A 10x10 grid of black and white squares. The squares are arranged in a pattern that creates a strong illusion of motion, with the squares appearing to move in a specific direction.

## 2. Sistema Visual Humano



A circular diagram with a central point and many lines radiating outwards. The lines are colored in a gradient from red to yellow, and their lengths vary, creating a strong illusion of motion.

## 3. Luz e Cor

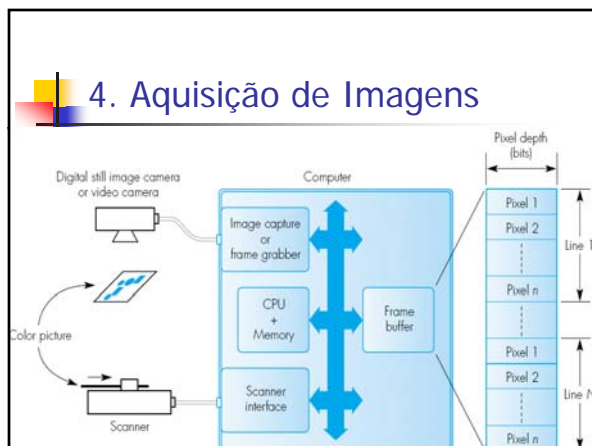
- Combinação das três primárias de luz produz as secundárias:
  - Magenta (vermelho e azul), ciano (verde e azul) e amarelo (vermelho e verde).
  - Combinação das três primárias ou de uma secundária com sua primária oposta = luz branca.
    - Depende da intensidade.



- ### 3. Luz e Cor
- Cores primárias do pigmento:
    - Nesse caso, uma cor primária é aquela que subtrai (ou absorve) uma primária de luz e reflete (ou transmite) as outras duas.
    - Primárias = Magenta, Ciano e Amarelo.
    - Secundárias = Vermelho, Verde e Azul.
    - Combinação apropriada de três pigmentos primários ou de um secundário com seu primário oposto = preto.



- ### 4. Aquisição de Imagens
- Como as imagens são capturadas?
    - Tecnologia tenta “imitar” o olho humano.
- 
- | Olho       | Câmera |
|------------|--------|
| Cristalino | Lente  |
| Iris       | Iris   |
| Cones      | CCD    |
| Bastonetes | CCD    |
- CCD = charge-coupled device



- ### 4. Aquisição de Imagens
- Imagem é “entendida” como uma matriz de pontos.
    - Pixel ou Pel = Picture element.
  - A luz proveniente de cada ponto da imagem é capturada por um sensor (CCD).
    - É composto por uma malha de material fotossensível. Cada célula da malha corresponde a um ponto da imagem.
    - A intensidade da luz incidente em cada célula é convertida em sinal elétrico.
    - Amostragem e quantização.
    - Informação digitalizada é armazenada no Frame Buffer como uma matriz de pontos.

## 4. Aquisição de Imagens

- Imagens coloridas:
  - Utilizam um CCD para cada primária (RGB).
  - Um filtro separa a luz incidente direcionando as componentes para o CCD correto.
  - Cada posição do frame buffer armazena informação dos três componentes.

## 5. Representação de Imagens

- Representação de imagens:
  - Na memória do computador:
    - Matriz de pixels armazenadas no frame-buffer.
  - Em arquivos:
    - Geradas por computador:
      - Gráficos.
    - Digitalizadas:
      - Documentos.
      - Imagens.

## 5. Representação de Imagens

- Gráficos
  - Diversos pacotes de software disponíveis.
  - Formas geométricas (linhas, círculos, etc.), formas livres, gráficos pré-construídos (clip-art).
  - Atributos, Operações e Rendering.

## 5. Representação de Imagens

- Gráficos:
  - Dois modos de representação:
    - Mapas de bits
      - Arquivos maiores.
      - Não necessita de interpretadores.
      - BMP, TIFF (tagged image file format), ...
    - Comandos de alto nível.
      - Arquivos menores (somente instruções).
      - Necessita de interpretadores.
      - SVG (Scalable Vector Graphics), ...

## 5. Representação de Imagens

- Imagens
  - Adquiridas por scanners ou câmeras.
  - Imagens de tom contínuo.
    - Monocromáticas: 8 bits por pixel.
    - Coloridas: de 8, 16, 24 ou 32 bits por pixel.
  - Conteúdo do frame-buffer em um arquivo.
    - Normalmente aplica-se compressão.
    - Diversos formatos
      - GIF, PNG, JPEG, ...

## 6. Princípios de Compressão de Imagens

- O que é compressão de imagens?
- Redundâncias em imagens.

## 6.1 O quê é compressão de imagens?

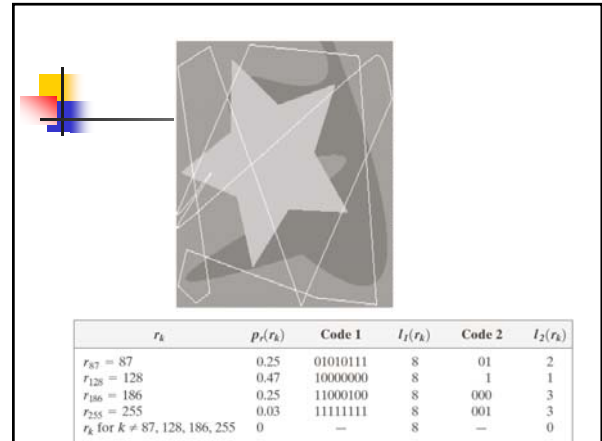
- “O termo *compressão de imagens* refere-se ao processo de reduzir a quantidade de dados necessários para representar uma imagem com uma qualidade subjetiva aceitável.”
- Dados x informação

## 6.2 Redundâncias em Imagens

- Dados de imagem são altamente redundantes.
  - Remover redundâncias ajuda a alcançar compressão.
  - Redundâncias são matematicamente quantificáveis.
- Redundâncias em imagens:
  - Redundância Estatística.
    - Também conhecida como redundância de codificação.
  - Redundância Espacial.
    - Também conhecida como redundância interpixel.
  - Redundância Psicovisual.
    - Utiliza conceitos do HVS.

## 6.2 Redundâncias em Imagens

- Redundância Estatística.
  - Função de Densidade de Probabilidade (pdf).
    - Texto.
  - Valores dos pixels em uma imagem tem pdf não uniforme.
  - Métodos de codificação estatística podem ser usados para compressão.

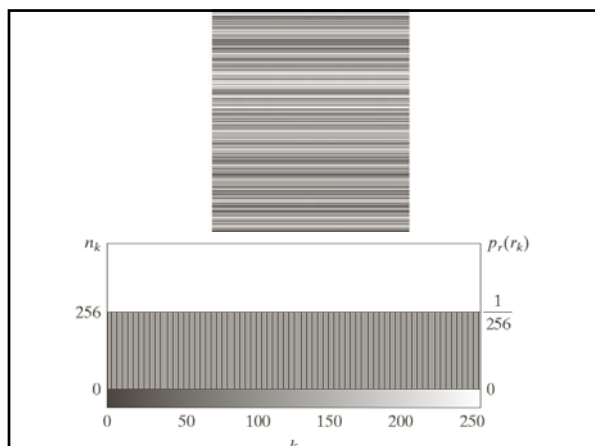


## 6.2 Redundâncias em Imagens

- Redundância Estatística.
  - Codificação estatística.
    - *Variable Length Coding*.
    - Códigos menores para símbolos (valores) mais frequentes.
    - Lossless.
  - Huffman, codificação aritmética.

## 6.2 Redundâncias em Imagens

- Redundância Espacial
  - Se refere à correlação entre pixels vizinhos em uma imagem.
  - Relação geométrica ou estrutural entre os objetos em uma imagem.



## 6.2 Redundâncias em Imagens

### ■ Redundância Espacial

- O valor de um pixel pode ser razoavelmente "adivinhado" por meio dos valores de seus vizinhos.
- Para remover redundância espacial:
  - Codificação por diferença, codificação run-length.

## 6.2 Redundâncias em Imagens

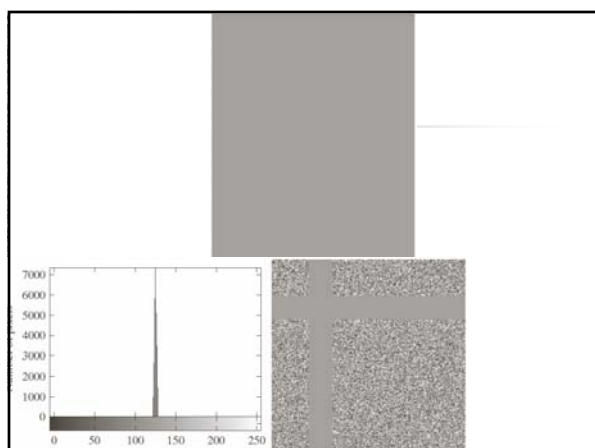
### ■ Redundância Psicovisual

- Percepção de brilho.
  - Olho não responde com igual sensibilidade a toda informação visual.
  - Algumas informações tem mais importância relativa que outras.
    - Informação psicovisual redundante.
- Diferente das outras redundâncias.
  - Está associada com informação visual de fato.
  - Então como é possível eliminá-la?

## 6.2 Redundâncias em Imagens

### ■ Redundância Psicovisual

- Sua eliminação implica em perda de informação visual quantitativa (real).
  - Daí o nome *quantização*.
- É uma operação irreversível.



## 6.2 Redundâncias em Imagens

### ■ Redundância Psicovisual

- Propriedades do sistema visual humano (HSV).
  - Maior sensibilidade a distorções em áreas suaves (com baixa frequência espacial).
  - Maior sensibilidade distorções em áreas escuras de imagens.
  - Em imagens coloridas, maior sensibilidade a mudanças na luminância do que na crominância.

## 6.2 Redundâncias em Imagens

- Técnicas podem ser combinadas!
  - Estatísticas + Espaciais + propriedades do HSV
  - Vantagem?

## Para Saber Mais

- Gonzales & Woods. Digital Image Processing. 3rd ed. Prentice-Hall, 2008. Capítulo 8, seção 8.1.
- Halsall, F. Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols, and Standards, Addison-Wesley Publishing, 2001. ISBN: 0201398184. Capítulo 2, seção 2.4 e capítulo 3, seções 3.2 e 3.4.
- Pennebaker & Mitchell. JPEG Still Image Data Compression Standard. Van Nostrand Reinhold, 1993.