

## Processamento de Imagens e Computação Gráfica

# Dispositivos de Rasterização

Profa. Beatriz Trinchão Andrade

Departamento de Computação · UFS  
[beatriz@dcomp.ufs.br](mailto:beatriz@dcomp.ufs.br)

# Sumário

Introdução

Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

Imagens

Práticas

# Sumário

## Introdução

### Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

### Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

## Imagens

## Práticas

## Dispositivos de rasterização

- ▶ Capturam imagens ou as exibem para o usuário
- ▶ Imagens são normalmente representadas como um array retangular de pixels (*abreviação de picture element*)
- ▶ Pixels podem ter diferentes cores, obtidas com a mistura de intensidades de vermelho, verde e azul

# Dispositivos de rasterização

- ▶ Entrada: sensores 2D e 1D
- ▶ Saída: exibição e impressão

# Sumário

Introdução

Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

Imagens

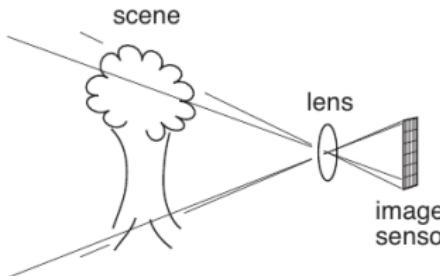
Práticas

## Dispositivos de Entrada

- ▶ Fazem medições da luz para cada pixel
- ▶ Exemplos:
  - ▶ Arrays de sensores 2D: câmeras digitais
  - ▶ Arrays de sensores 1D: scanners de mesa

## Câmeras Digitais

- ▶ Dispositivo semicondutor com grade de pixels sensíveis à luz
- ▶ Lentes projetam uma imagem da cena a ser fotografada no sensor
- ▶ Cada pixel mede a energia incidente, resultando em um valor que é armazenado na imagem de saída
- ▶ Resolução: número de pixels ( $\text{megapixel} = 10^6 \text{ pixels}$ )

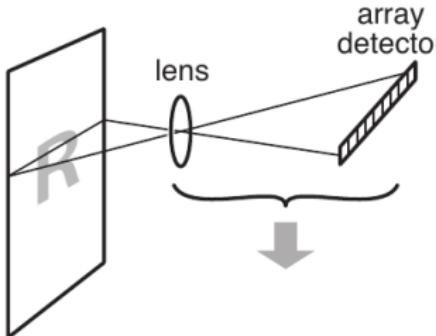


## Tipos de captura

- ▶ Array de filtros de cor ou mosaico
  - ▶ Permite que cada pixel veja apenas luz vermelha, verde ou azul
  - ▶ Mosaico de Bayer
  - ▶ Geralmente precisa de pós-processamento (demosaicking)
- ▶ Três sensores independentes para cada pixel
  - ▶ Imagem pode ser usada diretamente

## Sensores 1D: scanners de mesa

- ▶ Array de uma dimensão varre a imagem ( $3 * n_x$ )
- ▶ Resolução horizontal é definida pelo tamanho do array
- ▶ Resolução vertical é definida pela frequência de medições e velocidade da cabeça



# Sumário

Introdução

Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

Imagens

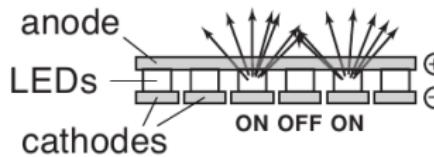
Práticas

## Exibição

- ▶ Geralmente são baseados em um array fixo de pixels (resolução)
- ▶ Emissivos ou transmissivos

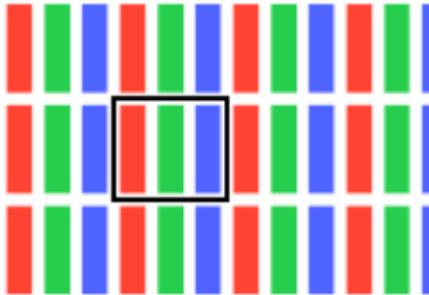
## Exibição - Emissivos

- ▶ Usam pixels que emitem uma quantidade controlável de luz
- ▶ Exemplo: displays de LED (*light-emitting diode*)
  - ▶ Cada pixel é composto por um ou mais LEDs
  - ▶ Os LEDs emitem luz com intensidade de acordo com a corrente elétrica que passa por eles



## Exibição - Emissivos

- ▶ Exemplo: displays de LED (*light-emitting diode*)
  - ▶ Cada pixel é composto por três LEDs independentes, de materiais diferentes (tons de vermelho, verde e azul)
  - ▶ Vistas à distância, as combinações de tons dos três LEDs se misturam



## Exibição - Transmissivos

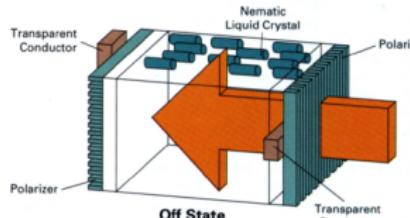
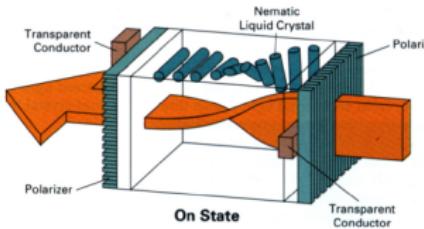
- ▶ Pixels não emitem luz, mas controlam a quantidade de luz que passa por eles
- ▶ Precisam de uma fonte de luz para iluminá-los
- ▶ Exemplo: displays de LCD (*liquid crystal displays*)

## Exibição - Transmissivos

- ▶ Exemplo: displays de LCD (*liquid crystal displays*)
  - ▶ Estrutura molecular do cristal líquido permite a rotação da polarização da luz que passa por ele
  - ▶ O grau de rotação é definido pela voltagem aplicada

## Exibição - Transmissivos

- ▶ O pixel LCD fica entre duas camadas de filme, cada uma polarizada em uma direção diferente
- ▶ Se a voltagem permite que o cristal líquido rotacione a polarização, haverá passagem parcial ou total de luz
- ▶ Assim como os displays de LED, os pixels do LCD também são compostos por três subpixels (filtros vermelhos, verdes e azuis).

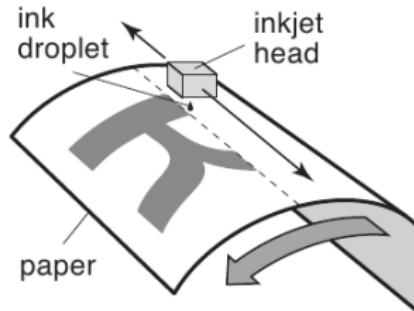


## Impressão

- ▶ Pigmentos são transmitidos em papel ou outra mídia
- ▶ Quando a luz é refletida do papel, a imagem desejada é formada
- ▶ Resolução é definida pela densidade dos pixels
- ▶ Tons binários ou contínuos

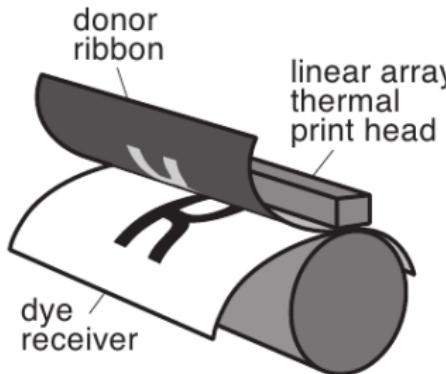
## Impressão - Tons binários

- ▶ Pigmentos são depositados ou não durante a varredura da cabeça da impressora
- ▶ Resolução é determinada pelo tamanho das gotas e avanço do papel
- ▶ Combinações de diferentes pigmentos geram diferentes cores
- ▶ Exemplo: impressora de tinta



## Impressão - Tons contínuos

- ▶ Uma quantidade variada de tingimento pode ser aplicada em cada pixel
- ▶ Exemplo: transferência térmica de tinta
  - ▶ O papel e uma fita de cor de mesmo tamanho são passados sob a cabeça de impressão
  - ▶ A cabeça de impressão contém um array de elementos de aquecimento que produzem diferentes quantidades de calor

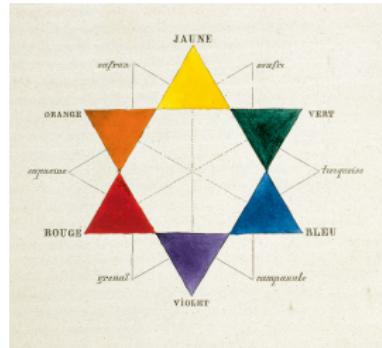


## Impressão - Tons contínuos

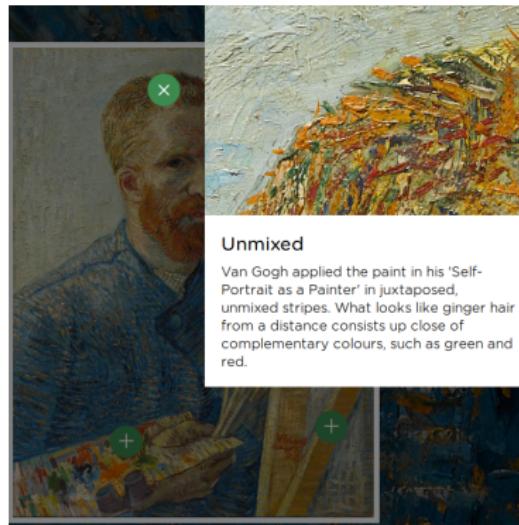
- ▶ Exemplo: transferência térmica de tinta
  - ▶ Resolução é determinada pela taxa de aquecimento e resfriamento em relação à velocidade do papel
  - ▶ Fitas de cores diferentes podem ser passadas, e tonalidades de cada cor podem ser sobrepostas

## Impressão - Curiosidade

- ▶ Técnica de Van Gogh para realce de cor baseada no uso de cores complementares
- ▶ Inspiração
  - ▶ Obra de Eugène Delacroix (1798-1863): cores contrastantes para maximizar efeito e evocar humor ou sentimento
  - ▶ Tabela de cores de Charles Blanc (1867)
  - ▶ Estudo em novelos (para economizar tinta)



## Impressão - Curiosidade



- Mais em: <https://www.vangoghmuseum.nl/en/stories/looking-for-contrast>

# Sumário

Introdução

Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

Imagens

Práticas

## Imagens

- ▶ Abstração de imagem independente de dispositivo para produzir ou interpretar os valores armazenados
- ▶ Funções definidas sobre áreas bidimensionais:

$$I(x, y) : R \longrightarrow V \quad (1)$$

$$R \subset \mathbb{R}^2$$

Tons de cinza:  $V \subset \mathbb{R}^+$

RGB:  $V \subset \mathbb{R}^3$

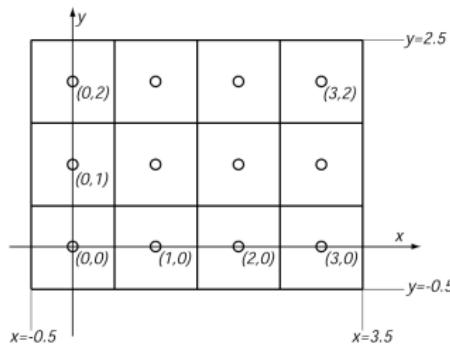
RGBA:  $V \subset \mathbb{R}^4$

## Valor de um pixel

- ▶ Dispositivos de entrada: média da cor em uma pequena área ao redor do pixel
- ▶ Dispositivo de saída: cor média da imagem na posição do pixel é controlada pelo valor do pixel na imagem rasterizada

## Localização de um pixel

- ▶ Convenções:
  - ▶ Origem no canto superior esquerdo
  - ▶ Origem no canto inferior esquerdo\*



## Localização de um pixel

- ▶ Uso de coordenadas inteiras (valores dos pixels)
- ▶ Domínio da imagem retangular de uma imagem  $n_x \times n_y$ :

$$R = [-0.5, n_x - 0.5] \times [-0.5, n_y - 0.5] \quad (2)$$

## Valores de um pixel

- ▶ Intensidade máximas e mínimas finitas, geralmente em  $[0,1]$
- ▶ Valores para imagem de 8 bits?

## Valores de um pixel

- ▶ Intensidade máximas e mínimas finitas, geralmente em [0,1]
- ▶ Valores para imagem de 8 bits?  
0, 1/255, 2/255,..., 254/255, 1
- ▶ Imagens HDR × LDR
- ▶ Alguns formatos de pixels:
  - ▶ 1 bit: textos e imagens sem tons de cinza
  - ▶ RGB 8 bits: internet, imagens comuns
  - ▶ 16 bits: radiologia e imageamento médico
  - ▶ RGB 32 bits: processamento de imagens HDR

## Quantização × Amostragem

A



B

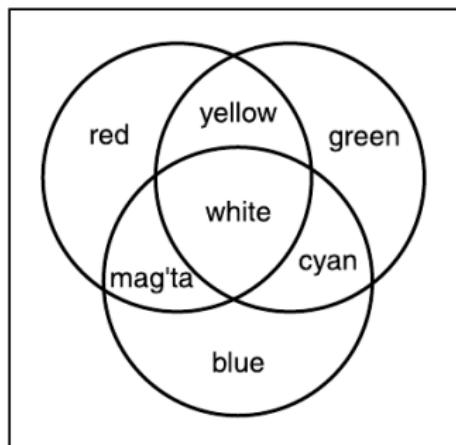


C



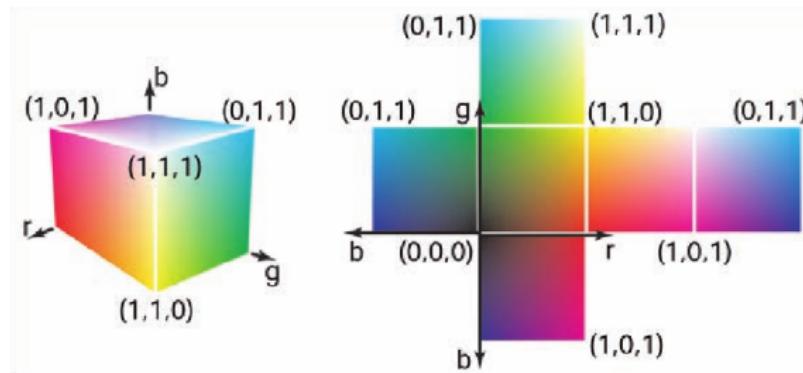
## Cor RGB

- ▶ Mistura aditiva de três luzes primárias: vermelho, verde e azul



## Cor RGB

- ▶ Suporta diferentes formatos
- ▶ Formato mais comum: um número inteiro entre 0 e 255 pra cada componente



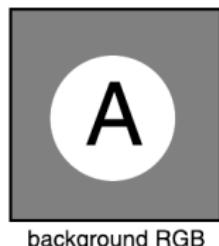
## Alfa

- ▶ *Compositing*: camadas de frente e fundo
- ▶ Pixels: opacos, transparentes, parcialmente transparentes
- ▶ Cobertura do pixel ( $\alpha$ ): fração do pixel coberta pela camada da frente
- ▶ Uma das representações para  $\alpha$ :

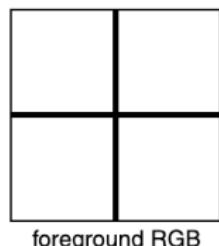
$$c = \alpha c_f + (1 - \alpha)c_b \quad (3)$$

- ▶ Como essa fórmula se comporta com diferentes valores de  $\alpha$ ?

## Alfa



background RGB



foreground RGB



$\alpha$  channel



## Alfa

- ▶ Máscara Alfa ou transparência: quando representa um canal específico em uma imagem
- ▶ Canal Alfa: usado com imagem RGB → RGBA

## Armazenamento de Imagens

- ▶ Dependendo da aplicação, há a necessidade de compressão
- ▶ Alguns formatos de armazenamento populares:
  - ▶ jpeg, png (compressão com ou sem perda): baseada em limiares do SVH - funciona bem com imagens naturais.
  - ▶ tiff, ppm

## Armazenamento de Imagens

JPEG



PNG



- ▶ Fonte: [https://loadstorm.com/2013/05/  
image-optimization-part-1-file-formats/](https://loadstorm.com/2013/05/image-optimization-part-1-file-formats/)

## Armazenamento de Imagens

- ▶ Uso de bibliotecas para tipos mais complexos
- ▶ Escrita direta nos mais simples

# Sumário

Introdução

Dispositivos de Entrada

Sensores 2D

Sensores 1D

Dispositivos de Saída

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Impressão

Imagens

Práticas

## Práticas

- ▶ Criando uma imagem ppm
- ▶ Para saber mais:

[www.khanacademy.org/partner-content/pixar/color](http://www.khanacademy.org/partner-content/pixar/color)

## Referências:

- ▶ Capítulo 3 do Shirley *et al.*. Fundamentals of Computer Graphics.
- ▶ Meet Vincent: Looking for contrast. Museu Van Gogh.  
[https://www.vangoghmuseum.nl/en/stories/  
looking-for-contrast](https://www.vangoghmuseum.nl/en/stories/looking-for-contrast)
- ▶ Chris Wyman. Information About PPM Files. University of Iowa. [http://homepage.cs.uiowa.edu/~cwyman/  
classes/common/gfxHandouts/ppmInfo.pdf](http://homepage.cs.uiowa.edu/~cwyman/classes/common/gfxHandouts/ppmInfo.pdf)