

Fundamentos de Processamento de Imagens

SCC0251/5830 – Processamento de Imagens

Prof. Moacir Ponti Jr.
www.icmc.usp.br/~moacir

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2012/1

Sumário

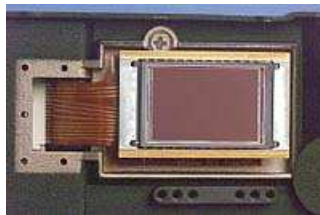
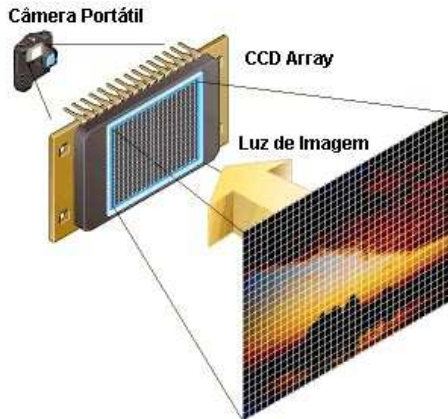
- 1 Imagem e Imagem Digital
- 2 Amostragem e Quantização
- 3 Histórico
- 4 Conectividade e relacionamento entre pixels
- 5 Operações Aritméticas, Lógicas e de Conjunto

Imagem

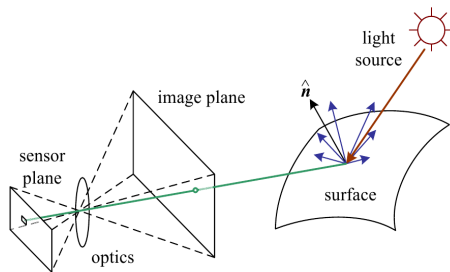
- Função bidimensional (2-d) de intensidade de luz $f(x, y)$:
 - x e y são as coordenadas espaciais
 - f no ponto (x, y) representa a intensidade ou cor naquela coordenada
 - na prática, são definidas em regiões retangulares
- Contínua no espaço
- Contínua em amplitude



Aquisição



Formação da imagem



Pipeline de geração de imagem digital

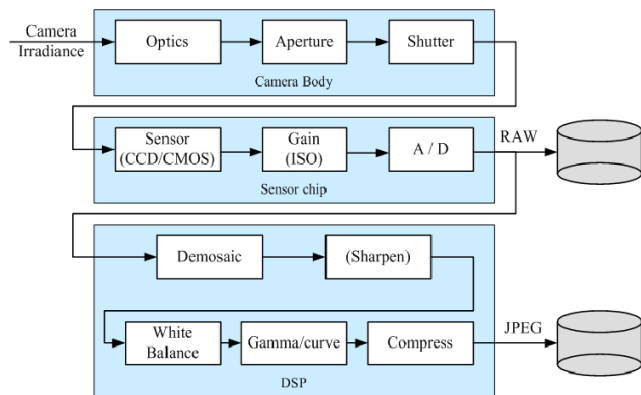


Imagem Digital

- Ao adquirir a imagem a função contínua é **amostrada** e sua amplitude **quantizada**.
- Como resultado, a **imagem digital** é a representação da imagem contínua por um *array 2-d de amostras discretas*.
- Cada elemento da matriz é chamado de **pixel**.

Imagem Digital

- A luz incidente no sensor é integrada durante o tempo de exposição (tempo expresso em frações de segundo),
- CCD: charge-coupled device,
 - fótons são acumulados em cada célula, após finalizada a exposição são transferidos de célula a célula para um amplificador
- CMOS: complementary metal oxide on silicon.
 - fótons afetam diretamente a condutividade de cada célula sensível e pode ser amplificado localmente.

Resolução: Amostragem

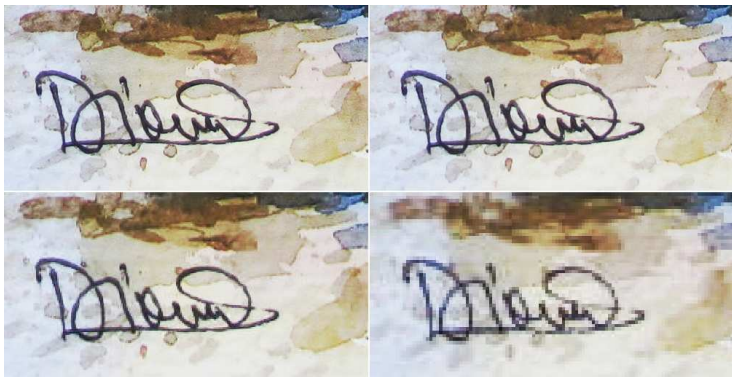
- O tamanho do sensor define em grande parte a qualidade da imagem, além do ganho analógico (pode ser simulado via ISO) e o ruído do sensor.
- Nem sempre mais megapixels significam maior tamanho de sensor e qualidade do sistema de aquisição

Tamanhos de sensor típicos:

	1/3"	1/2.7"	1/2.5"	1/2"	1/1.8"	1/1.7"	2/3"	1"
Width	4.8	5.37	5.76	6.4	7.18	7.6	8.8	12.8
Height	3.6	4.04	4.29	4.8	5.32	5.7	6.6	9.6
Size	17.3	21.7	24.7	30.7	38.2	43.3	58.1	123

Resolução: Amostragem

Imagens obtidas com mesmo sensor mas parâmetros de amostragem diferentes:



Resolução: Amostragem

- A resolução espacial da visão humana mede quantos pontos diferentes um olho pode distinguir em uma imagem
- O campo visual humano corresponde a uma matriz de aproximadamente 3000×3000 pontos.
- Os dispositivos de visualização de imagens sem adaptam ao sistema visual humano, tentando fornecer visualização cada vez mais próxima de uma cena real (imagem contínua).

Resolução: Amostragem

Dispositivos de visualização

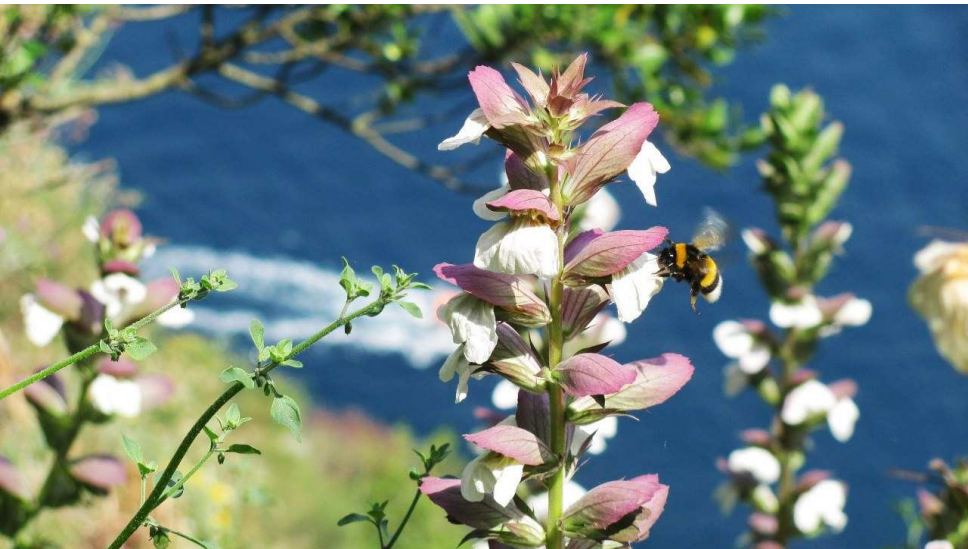
Resolução:

- TV comum (SD): 512×480 (ou 480 linhas)
- TV HDTV: 1280×720 (ou 720 linhas)
- TV FullHD: 1920×1080 (ou 1080 linhas)

Aspecto:

- 4:3
- 16:9 (widescreen)
- 21:9 (ultra widescreen)

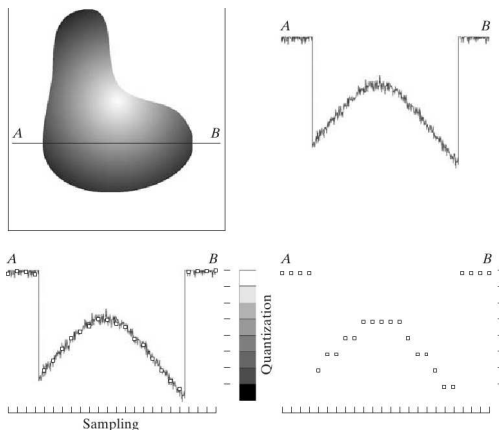




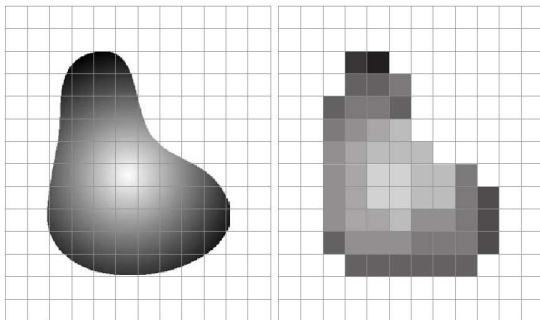


Número de cores: quantização

- Após amostrar a imagem o sensor ainda precisa converter cada observação “real” em uma observação discreta, definida pelo número de bits usados para armazená-lo.



Número de cores: quantização





24 bits



08 bits



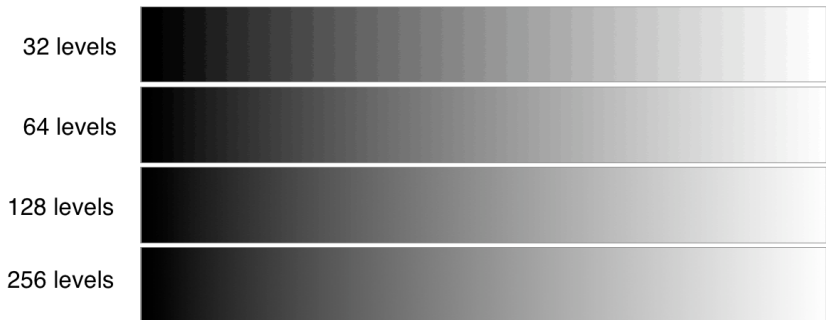
04 bits



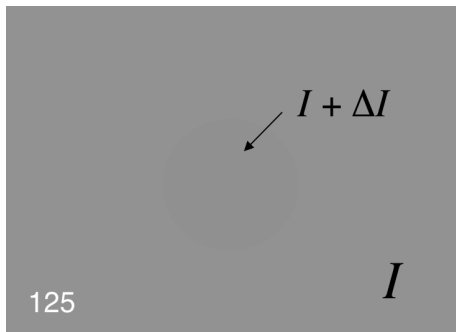
03 bits

Níveis de cinza

Ao visualizar em sequência os níveis de cinza utilizando quantização diferente, é possível ver falsos contornos gerados:



Níveis de cinza: discernimento de brilho

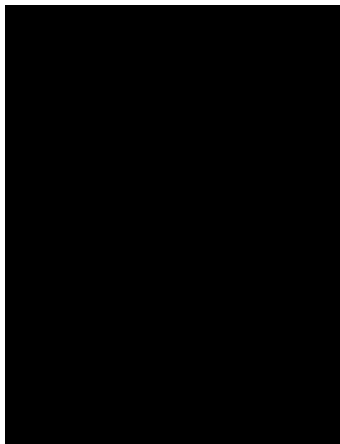


- O limiar de visibilidade foi determinado experimentalmente por Weber:

$$\Delta I / I \approx K_{\text{Weber}} \approx 1.2\%,$$

chamada: fração de Weber ou lei de Weber.

Número de cores: quantização



(Domicílio Pinheiro / Agência Estado)

Imagem binária (0-1)

Componentes de cor



Vermelho (R)



Verde (G)



Azul (B)

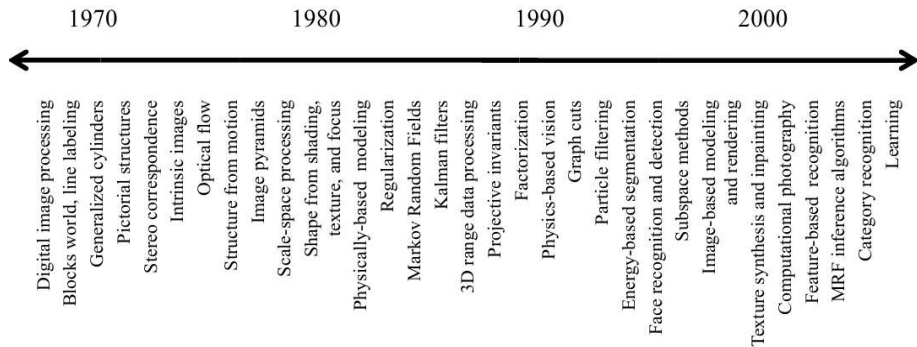


24 bits (8 + 8 + 8)

Sumário

- 1 Imagem e Imagem Digital
- 2 Amostragem e Quantização
- 3 Histórico**
- 4 Conectividade e relacionamento entre pixels
- 5 Operações Aritméticas, Lógicas e de Conjunto

Histórico



Sumário

- 1 Imagem e Imagem Digital
- 2 Amostragem e Quantização
- 3 Histórico
- 4 Conectividade e relacionamento entre pixels**
- 5 Operações Aritméticas, Lógicas e de Conjunto

Vizinhos

Um pixel p na coordenada (x, y) tem quatro vizinhos horizontais e verticais, cujas coordenadas são:

$$(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1)$$

Esse conjunto de pixels, é chamado **vizinhança-4** de p e é expresso por $N_4(p)$.

Os vizinhos diagonais são

$$(x + 1, y + 1), (x + 1, y - 1), (x - 1, y + 1), (x - 1, y - 1)$$

Esse conjunto é expresso por $N_D(p)$.

Os pontos $N_4(p)$ em conjunto com os pontos $N_D(p)$ formam a **vizinhança-8** de p , ou $N_8(p)$

Adjacência e conectividade

- V — conjunto de valores de intensidade usados para definir uma adjacência.
- Em uma imagem binária $V = \{1\}$ — adjacência de pixels de valor 1.
- Em imagens de 256 níveis de cinza V pode ser qualquer subconjunto dos valores entre 0 e 255.

Adjacência e conectividade

Adjacências

- Adjacência-4: dois pixels p e $q \in V$ são adjacentes-4 se $q \in N_4(p)$
- Adjacência-8: dois pixels p e $q \in V$ são adjacentes-8 se $q \in N_8(p)$
- Adjacência- m (mista): dois pixels p e $q \in V$ são adjacentes- m se
 - 1 $q \in N_4(p)$, ou
 - 2 $q \in N_D(p)$ e o conjunto $N_4(p) \cap N_4(q)$ não contiver pixel em V .
 - evita ambiguidade de adjacências (figura abaixo ao meio: adjacência-8 e à direita adjacência- m)

```

0 1 1
0 1 0
0 0 1

```

```

0 1--1
0 1--0
0 0 1

```

```

0 1--1
0 1 0
0 0 1

```

Caminho e conectividade

Caminho de um pixel $p = (x, y)$ a um pixel $q = (s, t)$ é uma sequência:

$$(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n),$$

onde $(x_0, y_0) = (x, y)$ e $(x_n, y_n) = (s, t)$.

- Os pixels (x_i, y_i) e (x_{i-1}, y_{i-1}) devem ser **adjacentes** para $1 \leq i \leq n$.
- Se $(x_0, y_0) = (x_n, y_n)$ o caminho é fechado.
- É possível definir caminhos 4, 8 ou m .
- Sendo S um subconjunto de pixels na imagem, p e q são **conexos** em S se existir um caminho em S entre p e q .

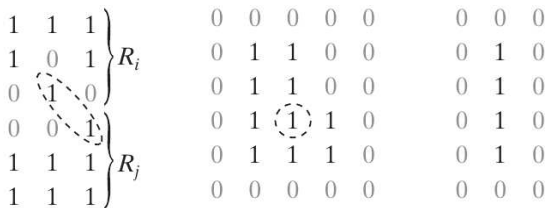
Conectividade entre regiões e borda

Com R representando uma **região** da imagem (conjunto conexo de pixels):

- Duas regiões R_i e R_j são consideradas *adjacentes* se $R_i \cup R_j$ formar um conjunto conexo.

A **borda** (fronteira ou contorno) de uma região R :

- Conjunto de pontos adjacentes aos pontos do complemento de R (contorno interno).
- Conjunto de pontos adjacentes no complemento de R (contorno externo).




Operações Aritméticas e Lógicas

- Subtração
- Adição
- Multiplicação (ponto a ponto)
- Divisão (ponto a ponto)

- E
- OU
- Negação

- União – \cup
- Intersecção – \cap

Bibliografia I

 GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. ★
Processamento Digital de Imagens, 3.ed
Capítulos 1 e 2.
Pearson, 2010.