

# Realce de imagens — parte 1: operações pontuais

## SCC0251 – Processamento de Imagens

Prof. Moacir Ponti Jr.  
[www.icmc.usp.br/~moacir](http://www.icmc.usp.br/~moacir)

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2013/1

# Sumário

1 Introdução

2 Histogramas

3 Transformações

- Equalização do histograma
- Fatiamento de níveis de intensidade

# Realce de imagens

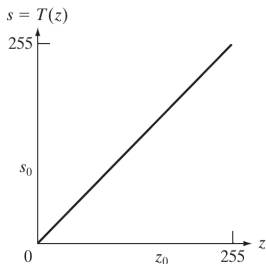
- Alterar os valores dos pixels de uma imagem, de forma a obter uma nova imagem, de melhor visualização, é chamado frequentemente de realce de imagens (image enhancement).
- O realce de imagens é utilizado principalmente para obter imagens que sejam melhor percebidas pelo sistema visual humano.

# Transformação da intensidade (níveis de cinza)

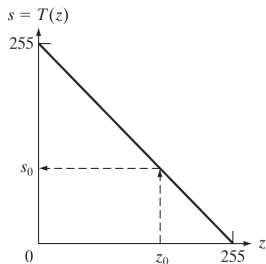
- Alterar os valores de seus pixels individuais com base na intensidade (nível de cinza). Sendo  $r$  a intensidade de um pixel e  $T$  a transformação:

$$s = T(r),$$

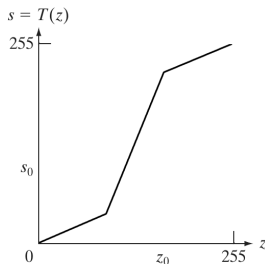
onde  $s$  é o valor após a transformação.



Identidade



Negativo



Aumento contraste

# Processamento no domínio espacial

- As operações no domínio espacial são dadas por

$$g(x, y) = T [f(x, y)],$$

onde  $f$  é a imagem de entrada e  $g$  a imagem resultante.  $T$  é um operador definido sobre uma vizinhança de  $(x, y)$ .

- Dessa forma, a transformação pode atuar sobre o valor do pixel apenas (vizinhança  $1 \times 1$ ) ou sobre outra vizinhança arbitrária.

# Histograma

- Informação da frequência de cada intensidade presente na imagem
- Pode ser visto como:
  - 1 uma função  $h(k)$ , onde  $k \in [0, L - 1]$ , e  $L$  é o número de intensidades ou cores possíveis na imagem,
  - 2 um vetor de tamanho  $L$ .
- Geralmente visualizado utilizando um gráfico de barras

0	1	1	1	0
0	1	2	2	0
1	1	1	2	2
1	0	0	0	3
3	3	1	1	1

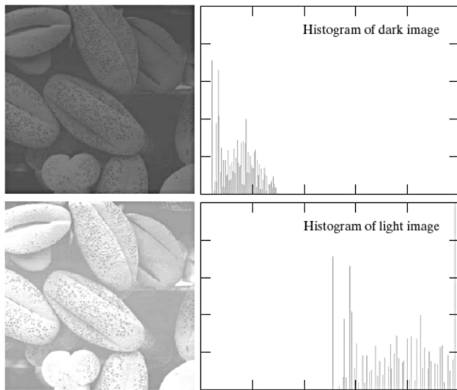
# Histograma, Histograma Acumulado e Normalização

- **Histograma normalizado**: cada posição do histograma é dividida pelo total de frequências, de forma que a soma seja unitária.
- **Histograma acumulado**,  $ha(k)$ , frequência dos níveis de cinza menores ou iguais a  $k$ , para  $0 \leq k \leq L - 1$ ,
- **Histograma acumulado normalizado**: cada posição de  $ha(k)$  é dividida pelo total de frequências – ou pelo último elemento de  $ha()$ .

0	1	1	1	0
0	1	2	2	0
1	1	1	2	2
1	0	0	0	3
3	3	1	1	1

# Histograma

- Permite entender a distribuição da intensidade/cor e comparar com as distribuições de outras imagens





# Sumário

1 Introdução

2 Histogramas

3 Transformações

- Equalização do histograma
- Fatiamento de níveis de intensidade

# Transformação da intensidade (níveis de cinza)

- Para codificar esse tipo de transformação temos que determinar a função  $T$  e aplicar pixel a pixel.
- Um exemplo:

Inversão (negativo)

$$T(r) = 255 - r$$

# Ajuste de Contraste

- Ajuste de contraste (ou normalização) é uma técnica de **realce** que tenta melhorar o contraste “esticando” o intervalo de intensidades.
- Altera o intervalo da imagem atual  $[a, b]$  para um outro intervalo desejado  $[c, d]$ , aplicando uma transformação linear:

$$T(r) = (r - a) \left( \frac{d - c}{b - a} \right) + c$$

# Operador Logaritmico

- Comprime o intervalo dinâmico (razão entre a maior e a menor intensidades).
- Como resultado, pixels de valor baixo são realçados.

$$T(r) = c \log(1 + |r|)$$

- $c$  é uma constante que pode ser definida com base na intensidade máxima encontrada na imagem:

$$c = \frac{255}{\log(1 + R)}$$

- O valor 1 é adicionado pois o logaritmo não é definido para 0.

# Operador de Potência

- Modifica o intervalo dinâmico com pixels de valor mais alto realçados.
- Devido ao parâmetro  $\gamma$ , é também chamado de Ajuste Gama, usado em dispositivos de visualização (monitores, projetores, etc.)

$$T(r) = cr^\gamma$$

- $c$  é uma constante para ponderar o resultado
- $\gamma$  é em geral definido entre 0.04 e 25.

# Limiarização (Thresholding)

- Modo mais simples de segmentação, baseada na distribuição das intensidades no histograma
- Retorna os pixels na imagem pertencentes a regiões de interesse.

$$T(r) = \begin{cases} 1, & \text{se } r > L \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

- $L$  é escolhido de forma a separar as regiões de interesse. Há algoritmos que buscam automaticamente por esse valor (Otsu).

# Equalização do Histograma

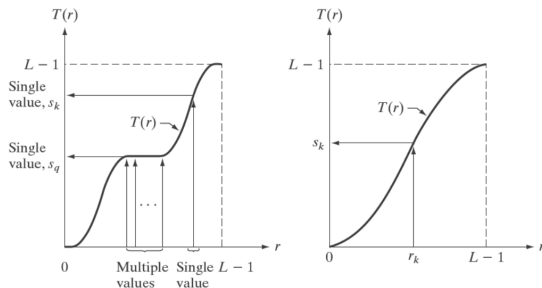
- Técnica de modelagem de histograma que permite o mapeamento **não-linear** entre pixels de entrada e de saída.
- Uma função de transferência define o mapeamento das intensidades de cada pixel na imagem de entrada, para novas intensidades na imagem de saída.

$$D_B = f(D_A)$$

- $D_A$  é a distribuição de intensidade da imagem de origem
- $D_B = f(D_A)$  é a distribuição de intensidade da imagem de destino

# Equalização do Histograma

- A função de transferência deverá ser monotonicamente crescente.
- Tenta aproximar a distribuição dos níveis de intensidade para uma distribuição uniforme.
- Há casos em que múltiplos valores na imagem de entrada são mapeados para um único valor na imagem de saída (pode ser um problema) — gráfico esquerda.





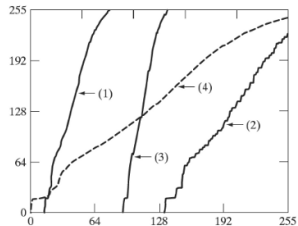
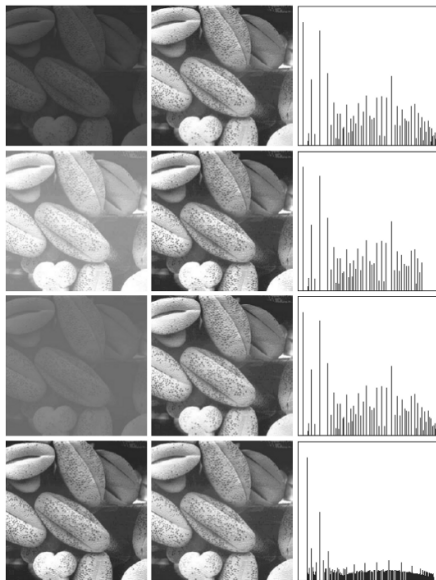
# Equalização do Histograma

- Cada pixel na imagem de entrada com densidade numa região  $D_A + \Delta_A$  terá o valor do seus pixels alterado para assumir um valor diferente em  $D_B + \Delta_B$ ,
- Uma das formas de se obter a função é utilizar o histograma acumulado,
- Usando  $ha(r)$  como função, temos um somatório de 0 até a intensidade atual  $r$

$$s = T(r) = \frac{(L-1)}{MN} ha(r),$$

- $M \times N$  é a resolução (tamanho) da imagem
- $ha(r)$  é o histograma acumulado relativo à intensidade  $r$
- $L$  é o maior valor possível na codificação da imagem (ex: 256)

# Equalização do Histograma

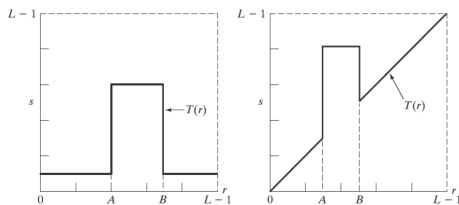
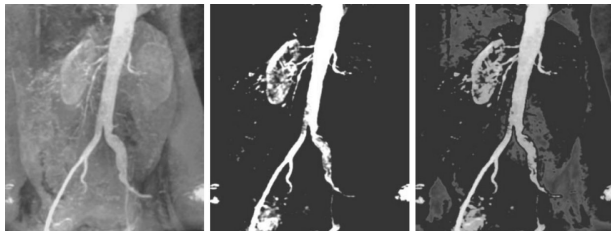


# Fatiamento dos níveis de intensidade

- Há aplicações em que determinados níveis de intensidade são mais importantes:
  - Imagens de satélite: detecção de massas de água
  - Raios-X: realce de falhas
  - Angiogramas: realce do sistema circulatório
- Pode ser feita usando uma transformação, realçando uma faixa de intensidades ou por planos de bits.

# Fatiamento dos níveis de intensidade

Realce de intervalo de intervalo de valores




# Fatiamento dos níveis de intensidade

Fatiamento bit-a-bit (imagem original e depois cada plano de bits: do menos para o mais significativo)



# Bibliografia I

-  GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. ★  
**Processamento Digital de Imagens**, 3.ed  
Capítulo 3.  
Pearson, 2010.