

Transformações de Intensidade Tópicos e Sistemas

(Processamento Digital de Imagens)

Romuiere Silva



Introdução

- Processamento de imagens pode ser feito no:
 - ▶ *Domínio Espacial*: plano da imagem, manipulação direta de pixels;
 - ▶ *Domínio da Frequência*: imagem transformada previamente;
- Principais categorias do processamento espacial:
 - ▶ Transformação de intensidade
 - ▶ Filtragem espacial

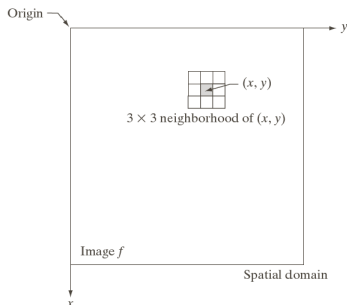


Fundamentos

Processos no domínio espacial podem ser expressos por:

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

onde $f(x, y)$ é a imagem de entrada, $g(x, y)$ a imagem de saída e $T[\cdot]$ um operador em f definido na vizinhança do ponto (x, y) .



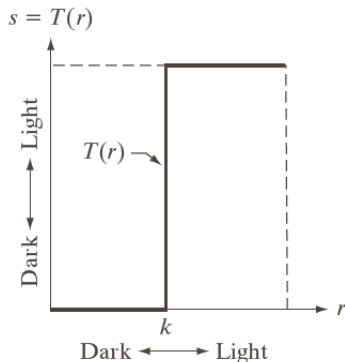
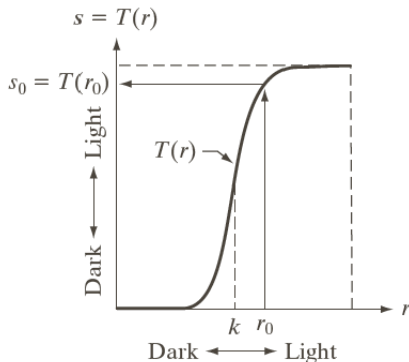
Fundamentos

- Menor vizinhança possível: 1×1
 - ▶ g depende apenas do valor de f em um único ponto
 - ▶ T se torna uma *função de transformação de intensidade*
- Transformação de Intensidade também é conhecida como:
 - ▶ Função de transformação de níveis de cinza
 - ▶ Função de mapeamento



Funções de Transformação de Intensidade

- *Alargamento de contraste*: $s = T(r) = 1/(1 + (k/r)^E)$
- *Limiarização*: $s = T(r) = \begin{cases} 0 & \text{se } r < k, \\ 1 & \text{se } r \geq k. \end{cases}$



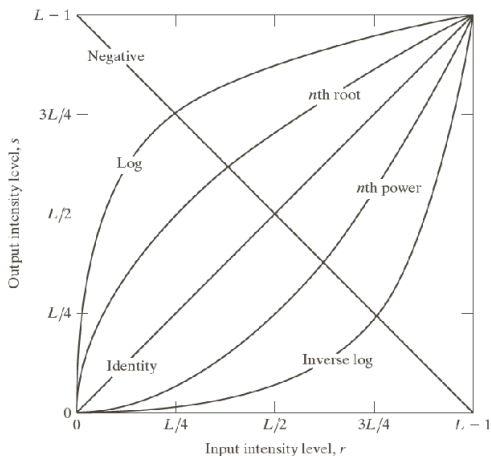
Transformação de Intensidade

- Maior utilização: *realce de imagens*;
 - ▶ Constitui uma das áreas mais interessantes de PDI.
- Realce: processo de manipular uma imagem de forma que o resultado seja mais adequado que o original para uma aplicação **específica**;
- Técnicas de realce são *orientadas ao problema*;
 - ▶ Método útil ao realce de imagens de raio-X pode não ser bom para realce de imagens de satélite.



Transformação de Intensidade

Funções básicas de transformação de intensidade.

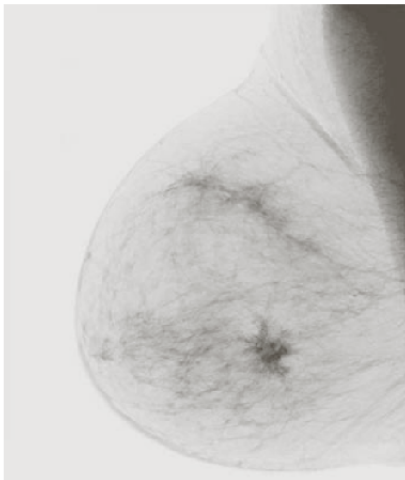
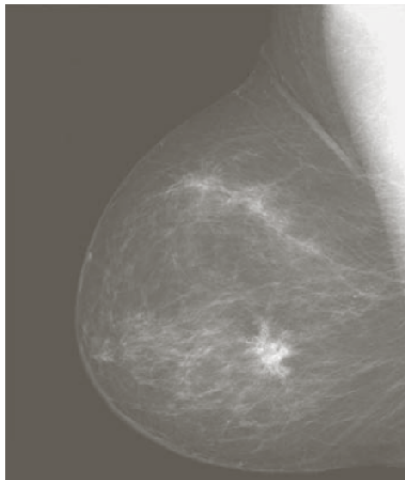


Negativos de Imagem

- O *negativo* de uma imagem com níveis de cinza no intervalo $[0, L - 1]$ é obtida por

$$s = L - 1 - r$$

Negativos de Imagem: exemplo



Transformações Logarítmicas

- A forma geral da transformação logarítmica é dada por:

$$s = c \log(1 + r)$$

onde c é uma constante e $r \geq 0$.

- **Objetivo:** mapear intervalos estreitos de valores de baixa intensidade em intervalos mais largos de valores de alta intensidade. O oposto ocorre para valores altos nos níveis de entrada;
- **Utilização:** expandir valores de pixels mais escuros em uma imagem ao mesmo tempo em que comprimimos os valores de nível mais alto.



Transformações de Potência (gama)

- As transformações de potência apresentam a forma:

$$s = cr^\gamma$$

sendo c e γ constantes positivas.

- Algumas vezes pode ser escrita na forma:

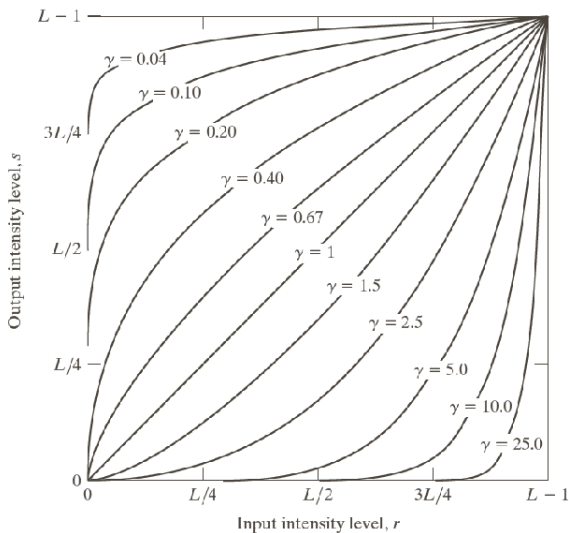
$$s = c(r + \varepsilon)^\gamma$$

para incluir uma compensação ou *offset*.

- ▶ Saída mensurável quando a entrada for zero.
 - ▶ Tais compensações costumam ser um problema na calibração de monitores e são ignoradas.
- Valores $\gamma < 1$: mapeiam faixa estreita de valores escuros em uma faixa mais ampla;

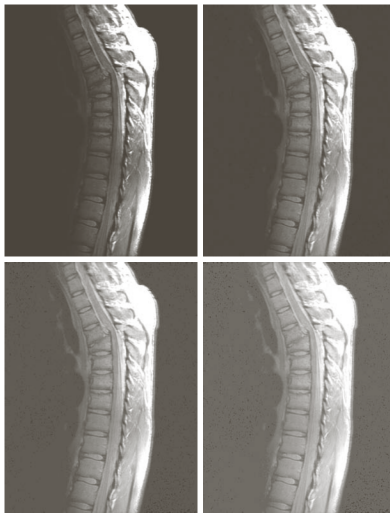


Transformações de Potência (gama)



Realce de Contraste utilizando Transf. de Potência

- Imagem de uma ressonância magnética;
- Com $c = 1$, correção gamma:
 - ▶ $\gamma = 0.6$
 - ▶ $\gamma = 0.4$
 - ▶ $\gamma = 0.3$
- À medida que γ é reduzido, mais detalhes se tornam visíveis;
 - ▶ Custo: redução do contraste (a imagem “desbota”).



Realce de Contraste utilizando Transf. de Potência

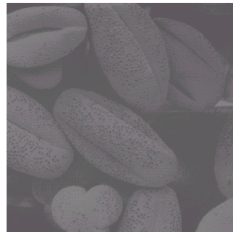
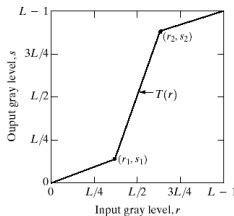
- Imagem aérea;
- Com $c = 1$, correção gamma:
 - ▶ $\gamma = 3.0$
 - ▶ $\gamma = 4.0$
 - ▶ $\gamma = 5.0$
- À medida que γ é aumentado o contraste é melhorado;
 - ▶ Custo: áreas muito escuras com perda de detalhe.



Alargamento de Contraste: exemplo

Expande a faixa de níveis de intensidade de uma imagem de modo a incluir todo o intervalo de intensidades.

- Sentido horário:
 - ▶ Função de transformação
 - ▶ Imagem de baixo contraste (grãos de pólen)
 - ▶ Resultado do alargamento de contraste
 - ▶ Resultado de uma limiarização



Transformação Linear Definidas por Partes

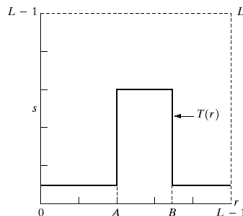
- Fatiamento de Níveis de Intensidade:
 - ▶ Pode ser interessante enfatizar um intervalo específico de intensidades em uma imagem;
 - ▶ Metodologia 1: exibe em um valor todos os valores na faixa de interesse e, em outro, todas as outras intensidades.
 - ▶ Metodologia 2: clareia a faixa desejada de intensidades, mas mantém inalterados todos os outros níveis de intensidade da imagem.



Fatiamento de Níveis de Intensidade

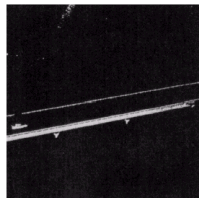
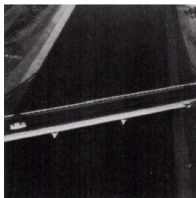
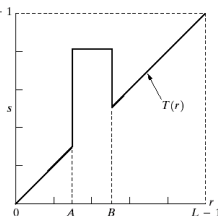
- Esquerda:

- ▶ enfatiza faixa $[A, B]$,
reduz demais



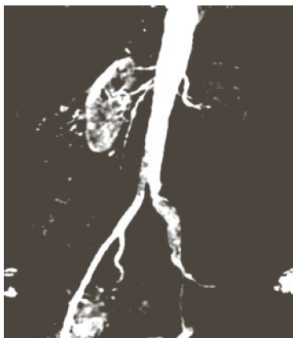
- Direita:

- ▶ enfatiza faixa $[A, B]$,
mantém as demais



Fatiamento de Níveis de Intensidade

- 1 Angiograma da aorta
- 2 Fatiamento com metodologia 1
- 3 Fatiamento com metodologia 2



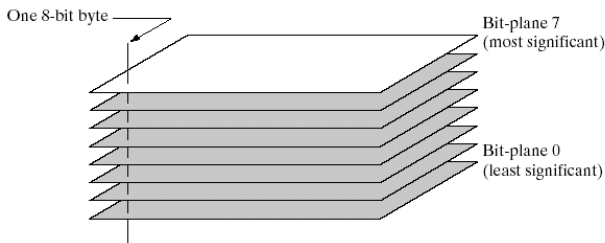
Transformação Linear Definidas por Partes

- Fatiamento por Planos de Bits:
 - ▶ Decompõe a imagem de acordo com os bits do número que representa os níveis de cinza de um pixel;
 - ▶ Permite analisar a importância relativa de cada bit na imagem;
 - ▶ Ajuda a definir o numero adequado de bits para quantizar uma imagem;
 - ▶ Útil para compressão de imagens.



Fatiamento por Planos de Bits

Considere que cada pixel da imagem seja representado por 8 bits e a imagem formada por 8 planos de 1 bit. O plano 0 contém todos os bits menos significativos da imagem e o plano 7 contém todos os bits mais significativos.



Fatiamento por Planos de Bits

Imagem original (8bits) e seus planos de bits



Fatiamento por Planos de Bits

Reconstrução:

- 1 planos de bits 8 e 7
- 2 planos de bits 8, 7 e 6
- 3 planos de bits 8, 7, 6 e 5

