

Capítulo 2

Fundamentos da imagem digital - parte 2



Operações aritméticas sobre imagens:

Adição e média de imagens: $\bar{g}(x, y) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k g_i(x, y)$

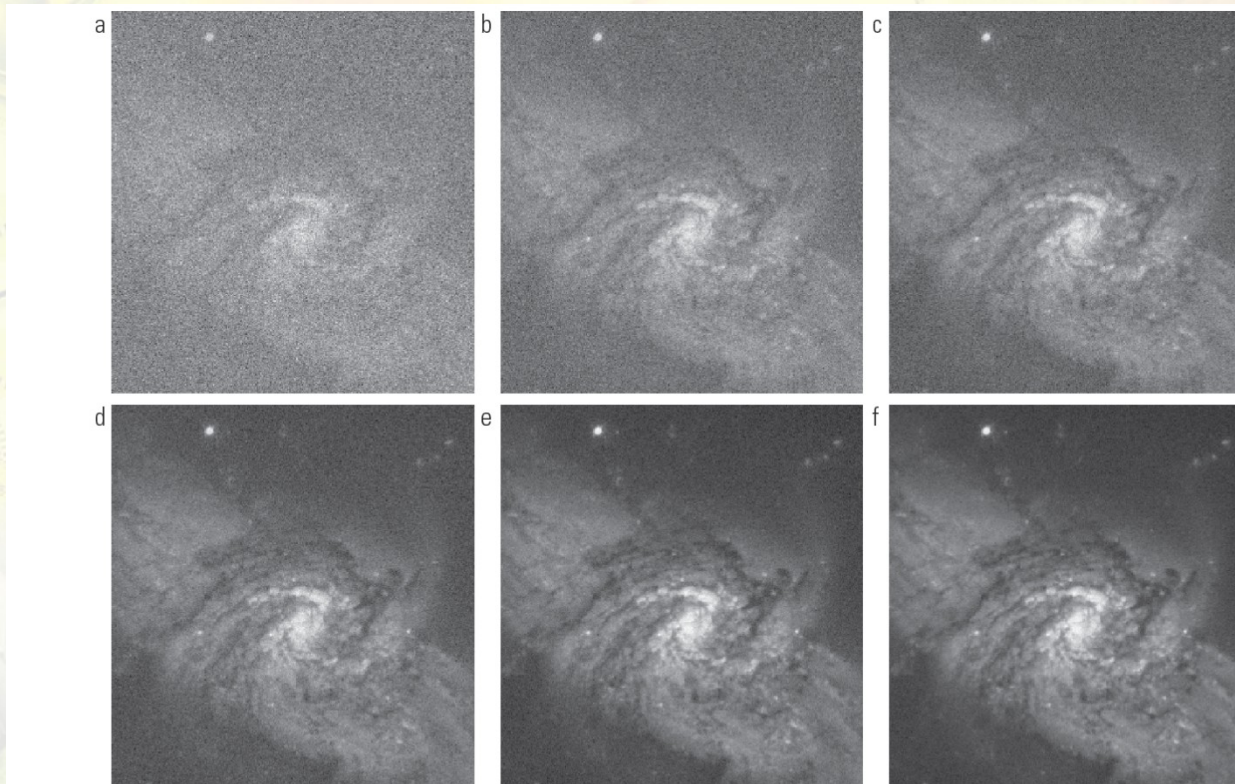


Figura 2.26 (a) Imagem do par de galáxias NGC 3314 corrompida pelo ruído gaussiano aditivo. (b) a (f) Resultados do cálculo da média de 5, 10, 20, 50 e 100 imagens ruidosas, respectivamente. (Imagem original: cortesia da Nasa.)

Operações aritméticas sobre imagens:

$d(x,y) = f(x,y) - g(x,y)$ subtração de arranjo matricial (pixel a pixel)

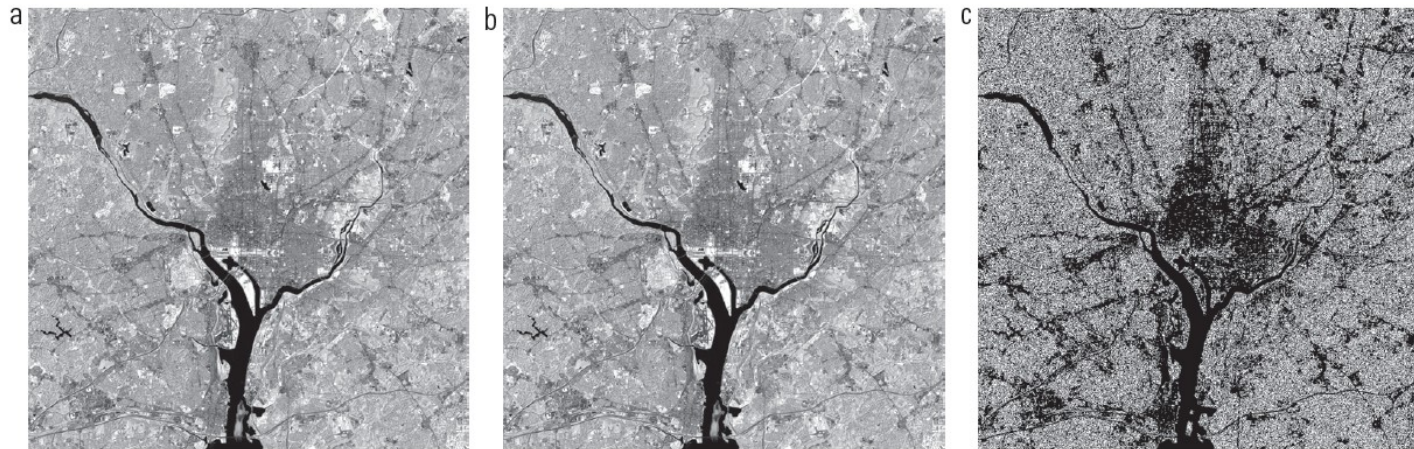


Figura 2.27 (a) Imagem em infravermelho da área de Washington, D.C. (b) Imagem obtida zerando o bit menos significativo de todos os pixels de (a). (c) Diferença entre as duas imagens ajustada para a faixa [0, 255] para melhor visualização.

$$d(x,y) = f(x,y) - g(x,y)$$

subtração de arranjo matricial

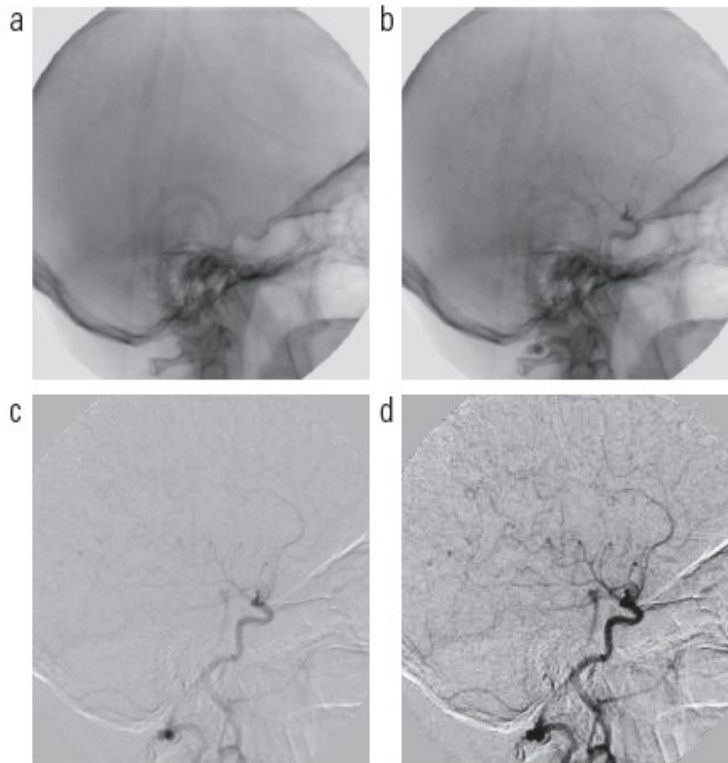


Figura 2.28 Angiografia por subtração digital. (a) Imagem máscara. (b) Uma imagem ativa. (c) Diferença entre (a) e (b). (d) Imagem da diferença realçada. (Figuras (a) e (b): cortesia do Instituto de Ciência de Imagem, Centro Médico da Universidade de Utrecht, Holanda.)

Operações aritméticas sobre imagens:

$$p(x,y) = f(x,y) * g(x,y)$$

multiplicação de arranjo matricial (pixel a pixel)

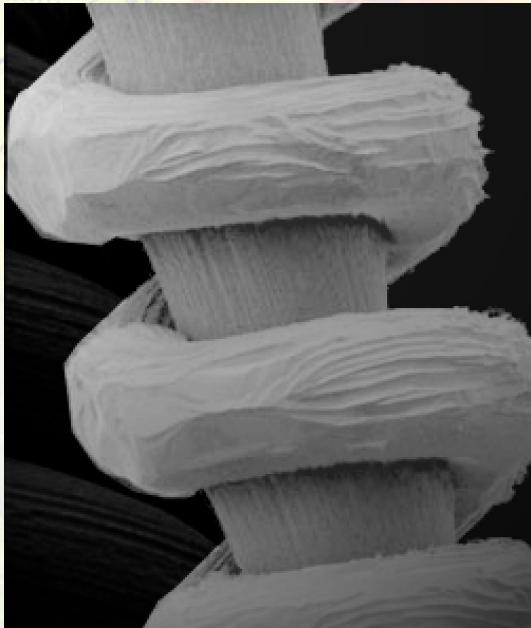


Fig 2.29: Correção de sombreamento: (c) produto de (a) pelo inverso de (b).

Operações aritméticas sobre imagens:

$$p(x,y) = f(x,y) * g(x,y)$$

multiplicação de arranjo matricial (pixel a pixel)



Figura 2.30 (a) Imagem digital de uma radiografia odontológica. (b) Máscara com duas regiões de interesse para isolar dentes com obturações (branco corresponde a 1 e preto corresponde a 0). (c) Produto de (a) com (b).

Operações de conjunto e operações booleanas:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

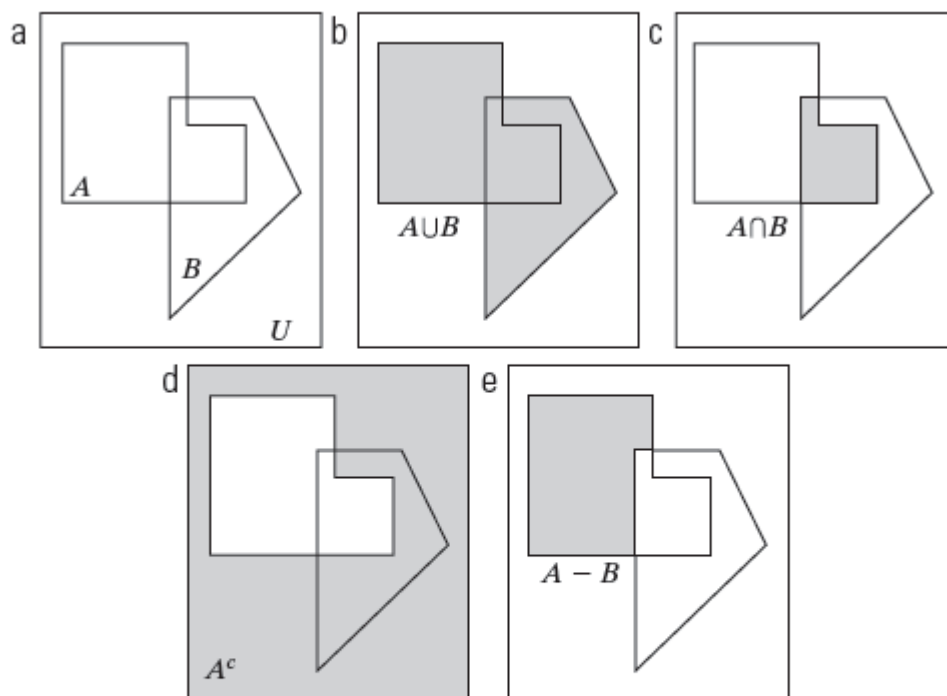


Figura 2.31 (a) Dois conjuntos de coordenadas, A e B, em um espaço 2-D. (b) A união de A e B. (c) A interseção de A e B. (d) O complemento de A. (e) A diferença entre A e B. Em (b)-(e) as áreas em cinza representam os elementos resultantes da operação de conjuntos indicada.

Operações de conjunto e operações booleanas:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

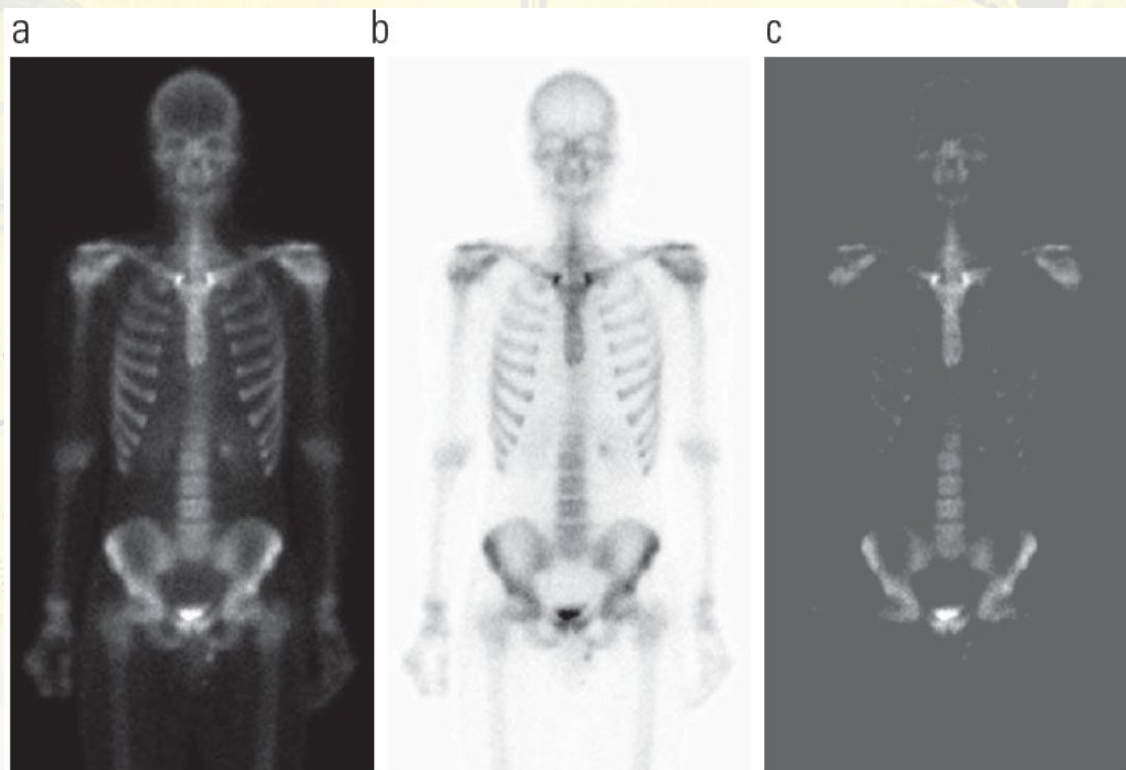


Figura 2.32 Conjunto de operações envolvendo imagens em escala de cinza. (a) Imagem original. (b) Negativo obtido da complementação do conjunto. (c) União de (a) com uma imagem constante. (Imagem original: cortesia da G.E. Medical Systems.)

Operações de conjunto e operações booleanas:

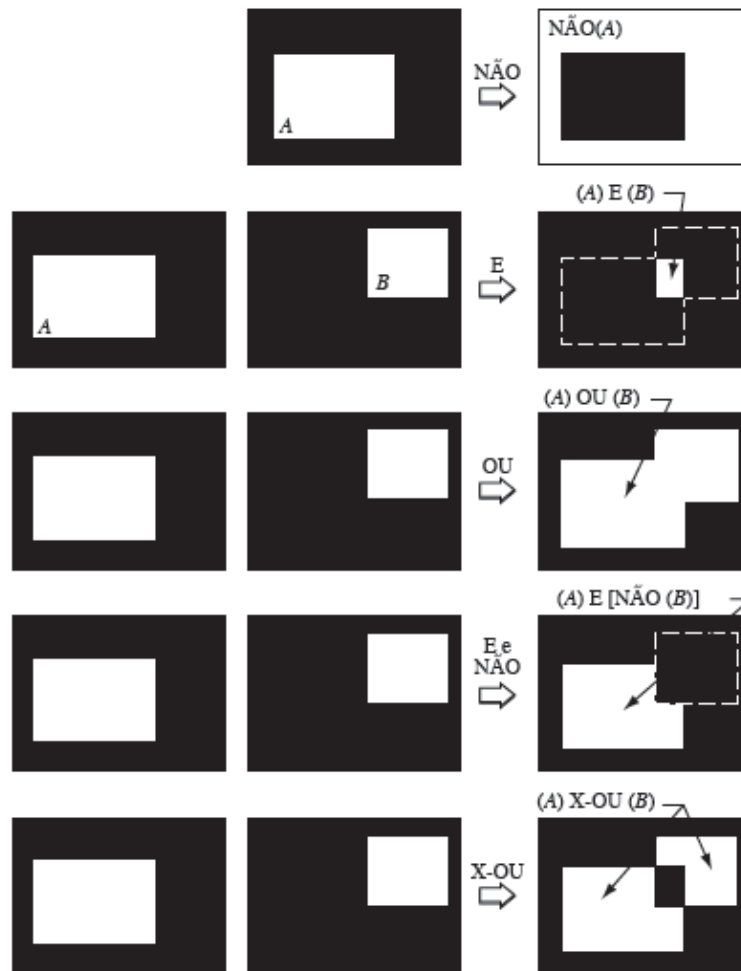


Figura 2.33 Ilustração de operações lógicas envolvendo pixels de frente (brancos). O preto representa binários "0s" e o branco, binários "1s". As linhas tracejadas são mostradas somente para referência. Elas não fazem parte dos resultados.

Operação de negativo de uma imagem:

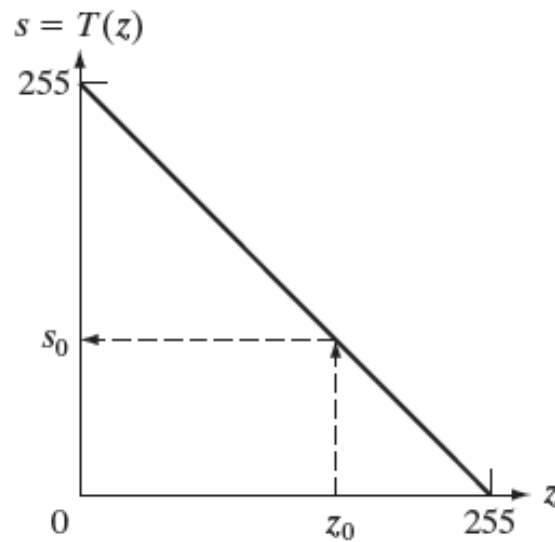


Figura 2.34 Função de transformação de intensidade utilizada para obter o negativo de uma imagem de 8 bits. As setas tracejadas mostram a transformação de um valor arbitrário de entrada com intensidade z_0 em um valor correspondente de saída s_0 .

Operações de média por vizinhança:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

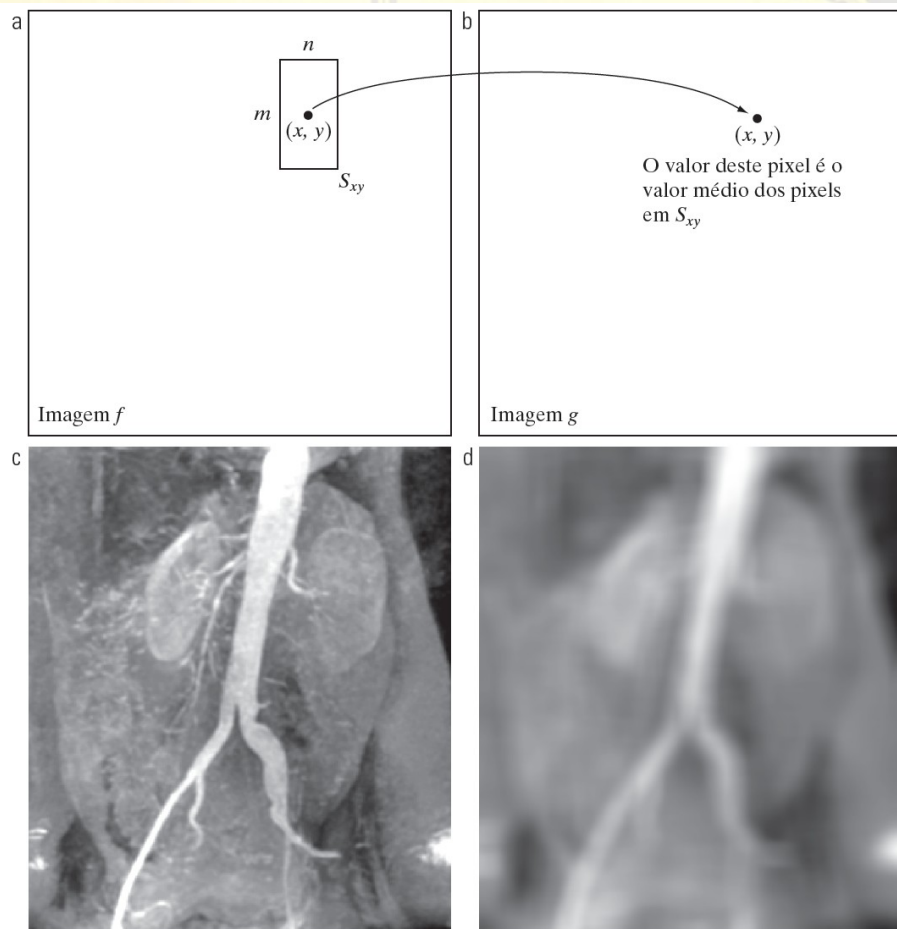
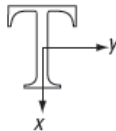
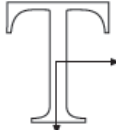

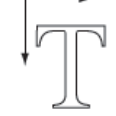
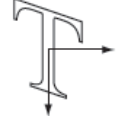



Figura 2.35 Cálculo da média local utilizando processamento por vizinhança. O procedimento é ilustrado em (a) e (b) para uma vizinhança retangular. (c) O angiograma da aorta discutido na Seção 1.3.2. (d) O resultado da utilização da Equação 2.6-21 com $m = n = 41$. As imagens estão no tamanho 790×686 pixels.

Transformações geométricas:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Tabela 2.2 Transformações afins baseadas na Equação 2.6-23.

Nome da transformação	Matriz afim, T	Equações coordenadas	Exemplo
Identidade	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v$ $y = w$	
Escala	$\begin{bmatrix} c_x & 0 & 0 \\ 0 & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = c_x v$ $y = c_y w$	
Rotação	$\begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v \cos \theta - w \sin \theta$ $y = v \sin \theta + w \cos \theta$	
Translação	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & 1 \end{bmatrix}$	$x = v + t_x$ $y = w + t_y$	
Cisalhamento (vertical)	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ s_v & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v + s_v w$ $y = w$	
Cisalhamento (horizontal)	$\begin{bmatrix} 1 & s_h & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v$ $y = s_h v + w$	

Operações geométricas e interpolação:

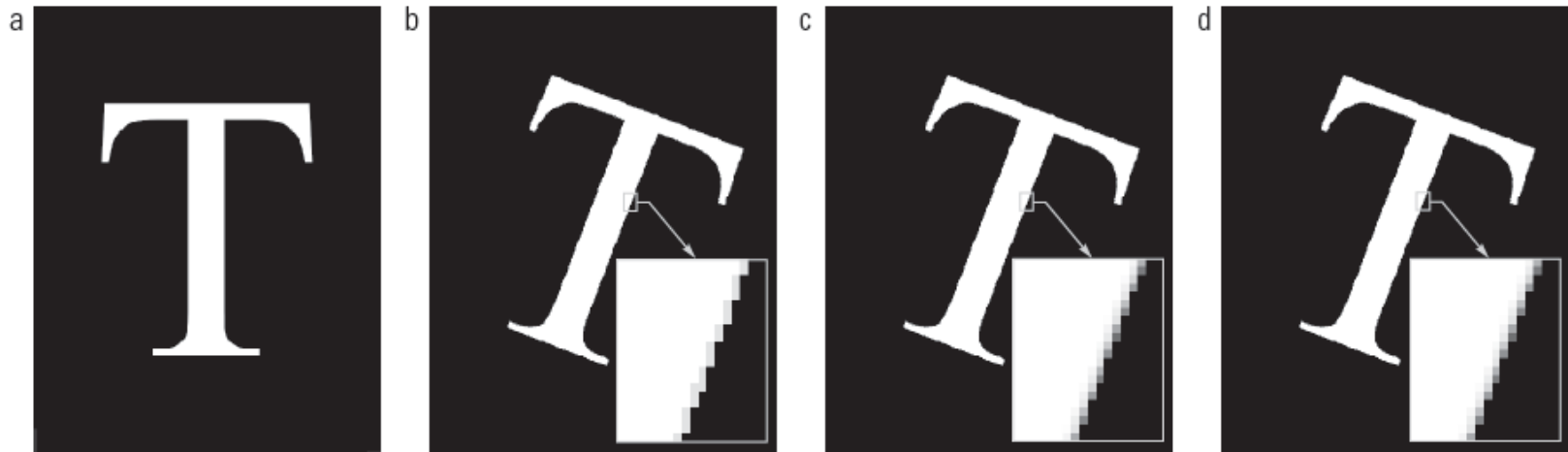


Figura 2.36 (a) Uma imagem de 300 dpi da letra T. (b) Imagem rotacionada a 21° utilizando a interpolação do vizinho mais próximo para atribuir valores de intensidade aos pixels transformados espacialmente. (c) Imagem rotacionada a 21° utilizando a interpolação bilinear. (d) Imagem rotacionada a 21° utilizando a interpolação bicúbica. As seções ampliadas mostram detalhes de borda para os três métodos de interpolação.

Canais RGB de uma imagem:

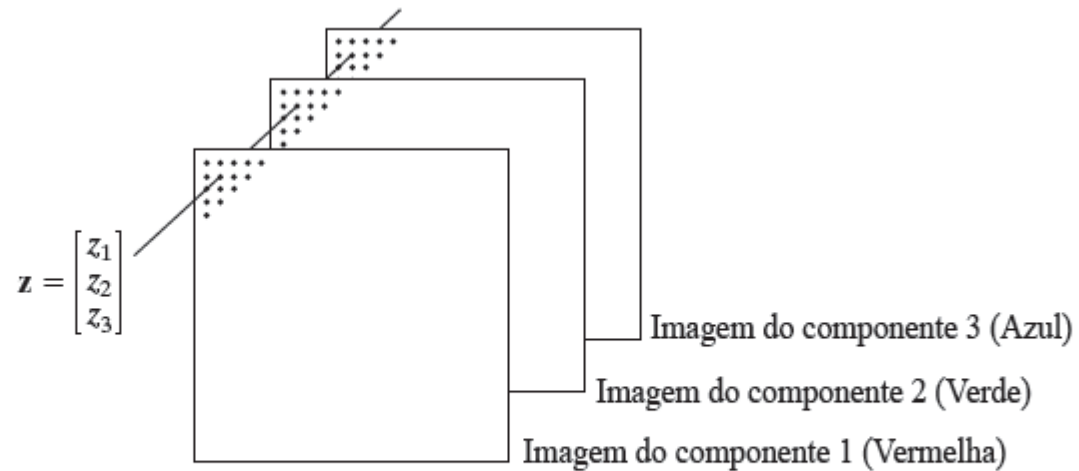


Figura 2.38 Formação de um vetor a partir de valores de pixels correspondentes em três imagens de componentes RGB.

Transformadas de imagens:

Até agora temos trabalhado com manipulação de imagens no domínio do espaço.

Em alguns casos outros domínio são mais adequados, como o domínio da frequência por exemplo.

Para isso usamos operações no domínio da transformada. Após as operações deve-se retornar ao domínio espacial.

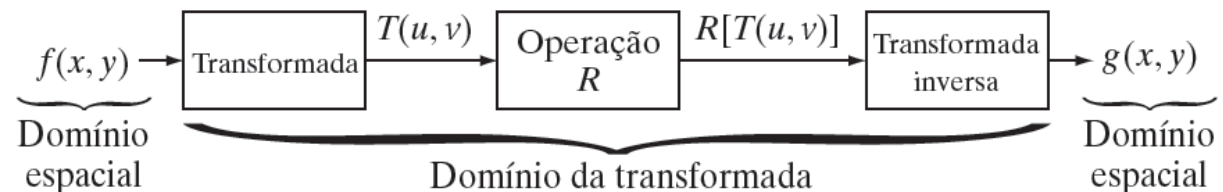


Figura 2.39 Abordagem geral para operar no domínio de uma transformada linear.

Operação no domínio da frequência:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

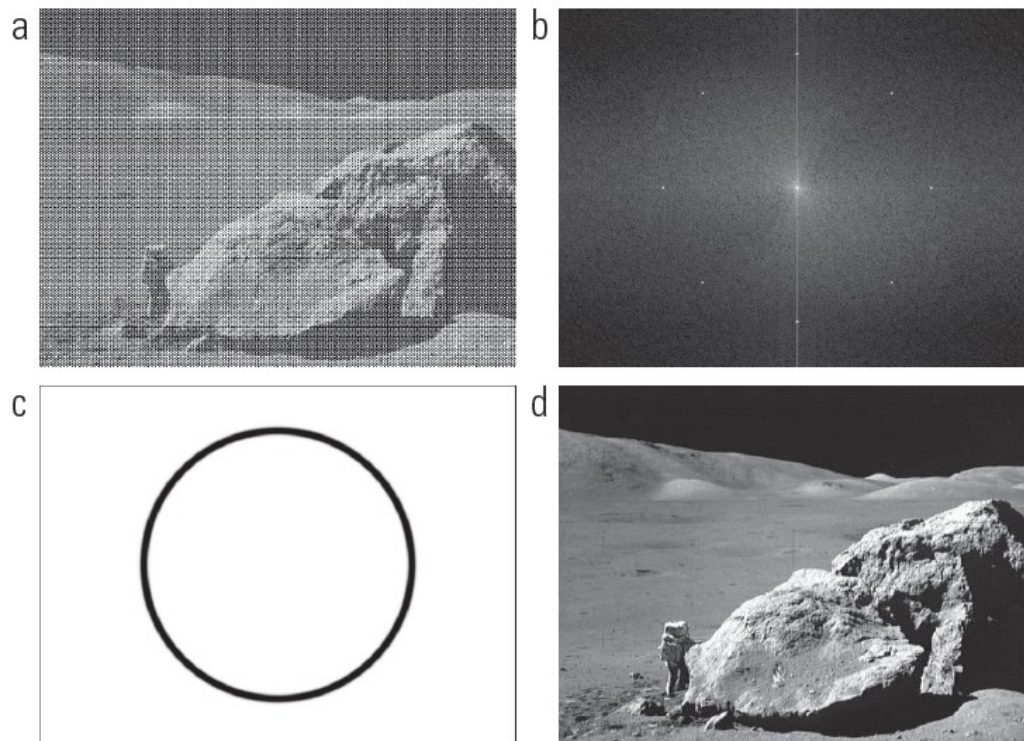


Figura 2.40 (a) Imagem corrompida por uma interferência senoidal. (b) Magnitude da transformada de Fourier mostrando pontos brilhantes de energia responsáveis pela interferência. (c) Máscara utilizada para eliminar os pontos brilhantes de energia. (d) Resultado obtido pelo cálculo da transformada da inversa de Fourier modificada. (Cortesía da Nasa).

Métodos probabilísticos:

O contraste de uma imagem tem relação direta com o desvio padrão do nível de cinza da imagem.

Os conceitos de probabilidade exercem um papel central no desenvolvimento de algoritmos para PDI.

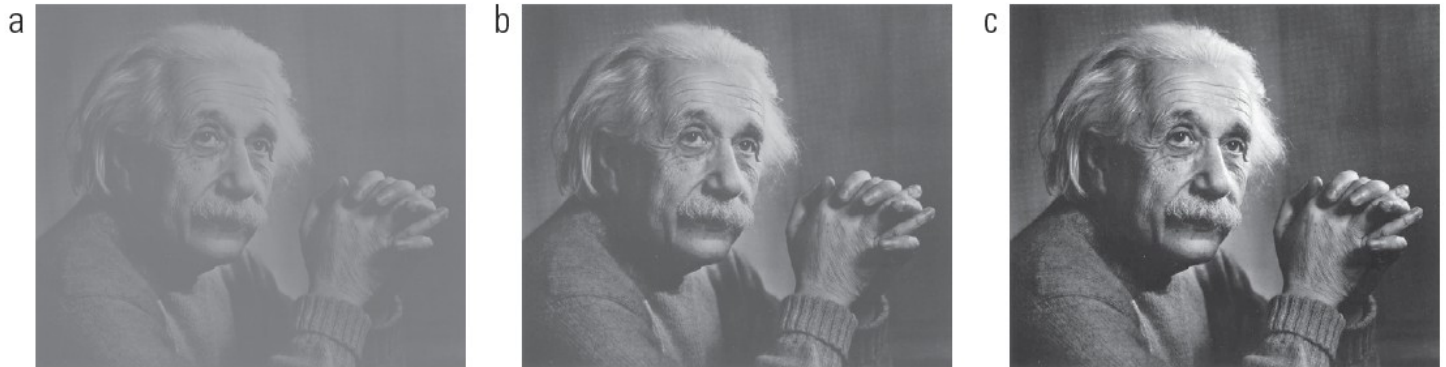


Figura 2.41 Imagens mostrando (a) baixo contraste, (b) médio contraste e (c) alto contraste.

Exercícios:

- 1) Fazer um programa que carrega as imagens (site do malopes*) Fig0230-a.png (imagem a) e Fig0230-b.png (imagem b). Após isso o programa deve gerar outra imagem Fig0230-c.png que é o resultado do produto da imagem (a) pela imagem (b). Ver slide 6 para referência do processo e do resultado.
- 2) Fazer um programa que carrega as imagens (site do malopes) Fig0229-a.png (imagem a) e Fig0229-b.png (imagem b). Após isso o programa deve gerar outra imagem Fig0229-c.png que é o resultado do produto da imagem (a) pelo inverso da imagem (b). Ver slide 5 para referência do processo e do resultado.
- 3) Fazer um programa que carrega as imagens (site do malopes) Fig0241-a.png, Fig0241-b.png e Fig0241-c.png. Após isso o programa calcula a média, a variância e o desvio padrão dos níveis de intensidade (níveis de cinza) de cada imagem.
- 4) **OPCIONAL** Fazer um programa que carrega a imagem (site do malopes) Fig0241-a.png e processa os níveis de cinza dos pixels de forma a aumentar o contraste linearmente obtendo como saída uma nova imagem processada. Obs.: calcular os valores min e max de intensidade e “esticar” a faixa de 0 a 255.

“site do malopes”: <https://sites.google.com/view/malopes21>

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Apendice:

Média aritmética: <https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9dia>

Variância: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vari%C3%A2ncia>

Desvio padrão: https://pt.wikipedia.org/wiki/Desvio_padr%C3%A3o