

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 3

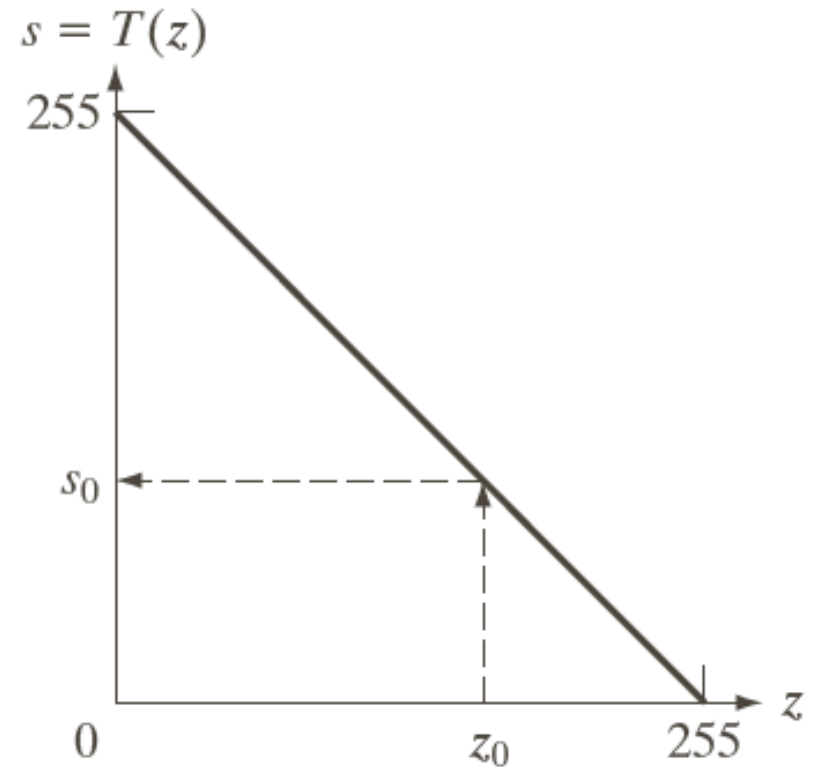
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Escola Agrícola de Jundiaí
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Profa. Alessandra Mendes



Operações

Operações ponto a ponto

- ▶ Operações **sobre pixels individuais** (*single-pixel operations*).
 - ▶ Função de transformação de intensidade usada para obter o negativo de uma imagem de 8 bits.
 - ▶ As setas tracejadas mostram a transformação de um valor de intensidade de entrada arbitrária z_0 para um valor de saída correspondente s_0 .



Operações aritméticas

- ▶ São operações aritméticas sobre imagens:
 - ▶ $a(x,y) = f(x,y) + g(x,y) \rightarrow$ **Adição**
 - ▶ $s(x,y) = f(x,y) - g(x,y) \rightarrow$ **Subtração**
 - ▶ $m(x,y) = f(x,y) * g(x,y) \rightarrow$ **Multiplicação**
 - ▶ $d(x,y) = f(x,y) / g(x,y) \rightarrow$ **Divisão**
- ▶ Tais operações são feitas entre os pixels correspondentes em f e g para $x = 0, 1, 2, \dots, m-1$ e $y = 0, 1, 2, \dots, n-1$, sendo m e n os números de linhas e colunas das imagens, respectivamente.

Operações aritméticas

► Exemplos:

*No Octave, as operações de adição e subtração operam sobre os elementos da matriz (elemento por elemento). As demais são operações matriciais e podem operar sobre os elemento **se forem precedidos por ponto**.*

Ex: $a=[1,2,3]$./[1,2,3]

Adicionais : \, ^, ‘

OPERAÇÃO	FORMATAÇÃO	RESULTADO
Adição Escalar	$a + c$	$[a1+c \ a2+c \ \dots \ an +c]$
Adição vetorial	$a + b$	$[a1 +b1 \ a2 + b2 \ \dots \ an +bn]$
Multiplicação Escalar	$a * c$	$[a1*c \ a2*c \ \dots \ an*c]$
Multiplicação vetorial	$a. * b$	$[a1*b1 \ a2*b2 \ \dots \ an*bn]$
Divisão	$a. / b$	$[a1/b1 \ a2/b2 \ \dots \ an/bn]$
Divisão	$a. \setminus b$	$[b1/a1 \ b2/a2 \ \dots \ bn/an]$
Potenciação por escalar	$a. ^ c$	$[a1^c \ a2^c \ \dots \ an^c]$
	$c. ^ a$	$[c^a1 \ c^a2 \ \dots \ c^an]$
Potenciação vetorial	$a. ^ b$	$[a1^b1 \ a2^b2 \ \dots \ an^bn]$

Operações aritméticas

► *Adição de imagens*

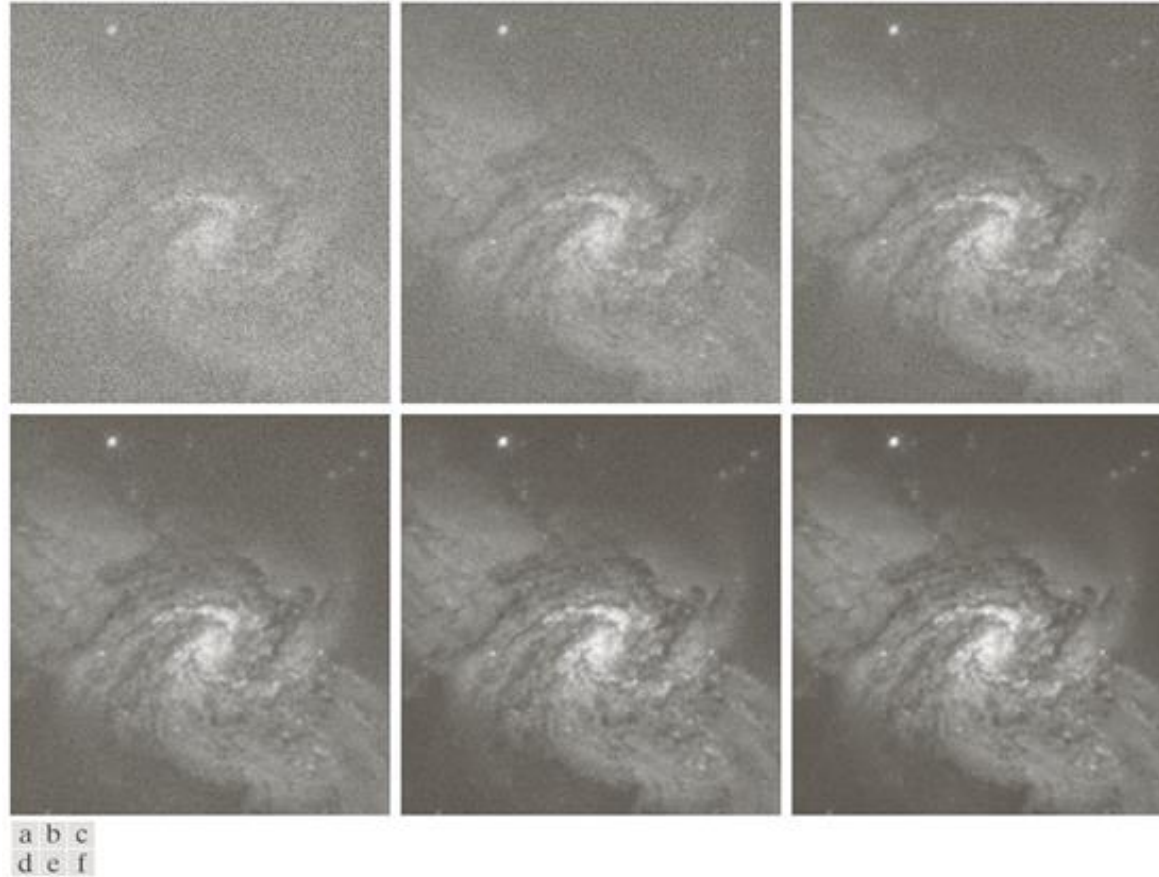
- **Exemplo:** seja $g(x,y)$ uma **imagem corrompida** formada com a adição de ruído $h(x,y)$ a uma imagem sem ruído $f(x,y)$:

$$g(x,y) = f(x,y) + h(x,y)$$

onde presume-se que a cada par de coordenadas (x,y) o ruído não esteja correlacionado e tem média zero.

- O objetivo do procedimento é **reduzir o ruído** somando um conjunto de imagens ruidosas, $\{g_i(x,y)\}$, e dividindo o resultado pelo número de imagens somadas.
- Na prática as imagens $g_i(x,y)$ devem ser alinhadas para evitar a introdução de borramento (*blurring*).

Operações aritméticas

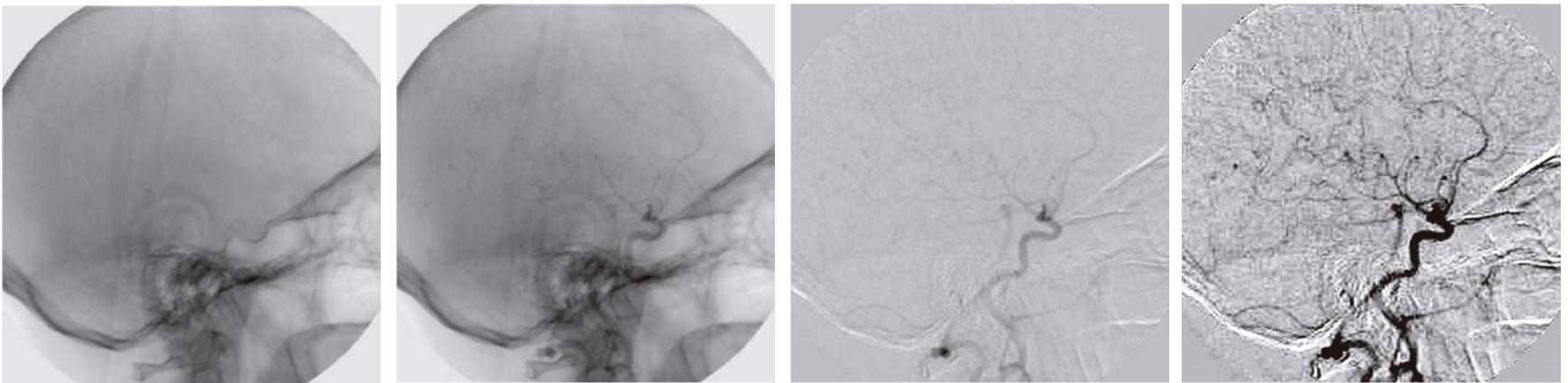


- ▶ Imagem da galáxia corrompida por ruído Gaussiano aditivo e resultados das médias com 5, 10, 20, 50 e 100 imagens ruidosas, respectivamente.

Operações aritméticas

▶ *Subtração de imagens*

- ▶ Uma aplicação frequente é a *ênfatização das diferenças* entre imagens.
- ▶ Exemplo: subtração digital de angiografia.



- a) Imagem de raio-x original antes da injeção de iodo na corrente sanguínea.
- b) Imagem ao vivo após a injeção de iodo.
- c) Imagem obtida da diferença entre a e b.
- d) Melhoramento das diferenças

© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Operações aritméticas

► *Multiplicação e divisão de imagens*

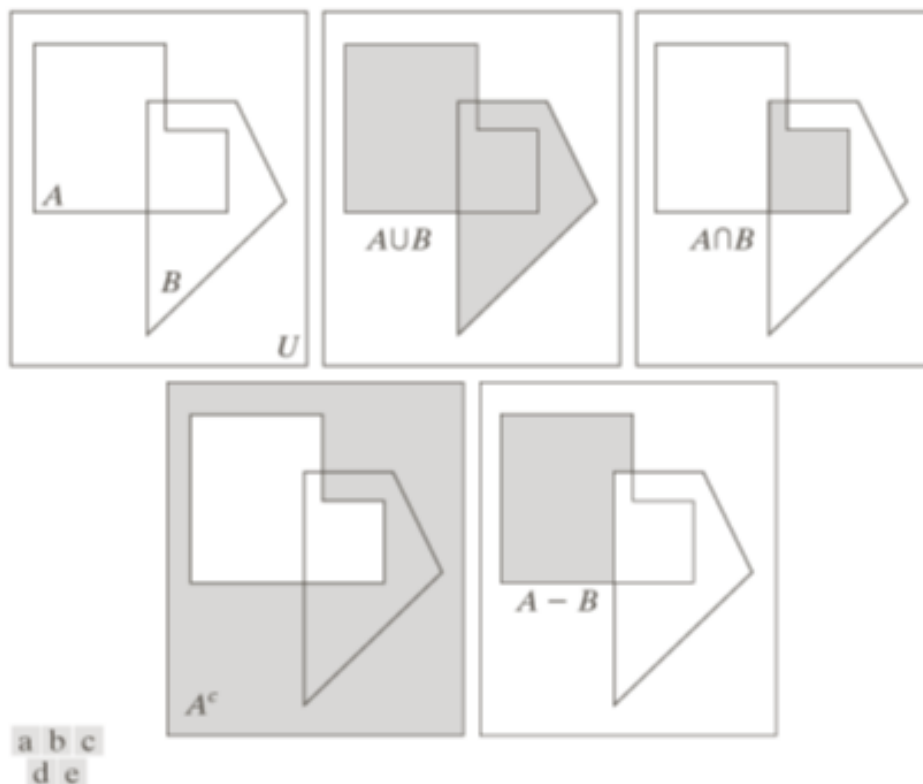
- Um exemplo de aplicação é no ***mascaramento da região de interesse*** (*ROI – Region Of Interest*).
- A imagem a ser multiplicada é uma máscara que tem valor 1 na ROI e valor 0 em outras posições.



- a) Imagem de raios-X digital.
- b) Máscaras de ROI para isolar os dentes.
- c) Produto entre (a) e (b)

Operações com conjuntos

- Uma forma utilização dos conjuntos em processamento de imagens é enxergar os seus elementos como *coordenadas dos pixels* que representam *regiões* de uma imagem.



- a) Dois conjuntos de coordenadas, A e B no espaço 2D.
- b) União de A e B
- c) Intersecção de A e B
- d) O complemento de A
- e) A diferença entre A e B.

As áreas sombreadas representam os elementos das operações resultantes.

Operações com conjuntos

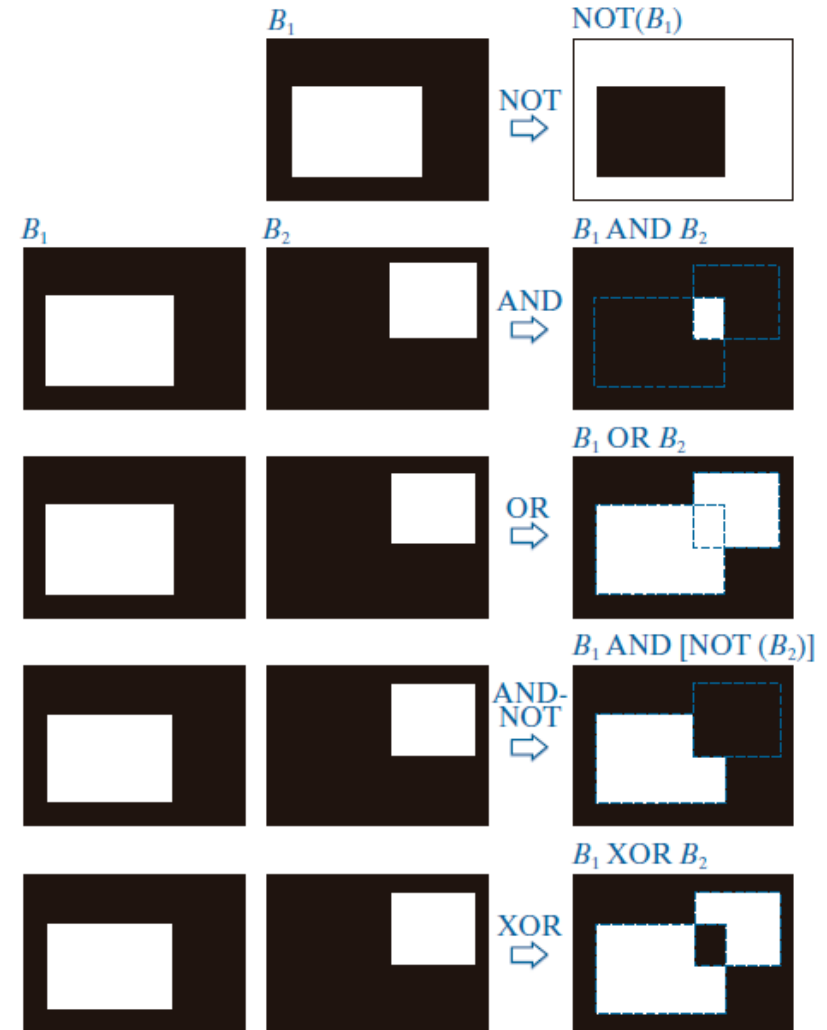
- ▶ A **união** de dois conjuntos A e B em escala de cinza pode ser definida como o conjunto $A \cup B = \{\max(a, b) \mid a \in A, b \in B\}$



- a) Imagem original A
- b) Imagem negativa B usando a complementação de A (B subtraído pelo máximo valor de A)
- c) União entre as imagens A e uma imagem constante C (cujos valores são iguais a 3 vezes a intensidade média de A).

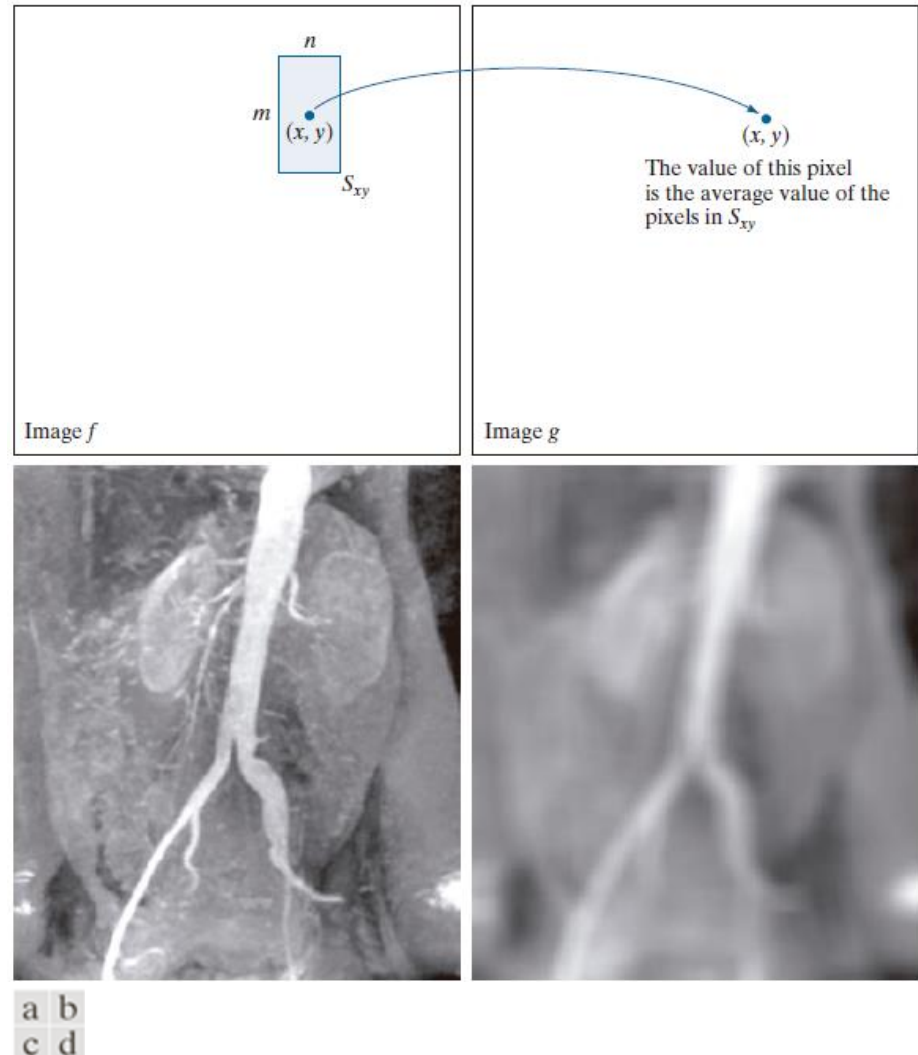
Operações lógicas

- ▶ Exemplo de operações lógicas envolvendo a frente (*foreground* da imagem (branco)).
 - ▶ NOT = NÃO (inverso)
 - ▶ AND = E (interseção)
 - ▶ OR = OU (união)
 - ▶ AND-NOT = E-NÃO
 - ▶ XOR = OU_OU (complemento)
- ▶ As linhas tracejadas são mostrada para referência e não fazem parte do resultado.



Operações sobre a vizinhança

- ▶ **Média local** usando processamento de vizinhança.
 - ▶ O procedimento é ilustrado nos esquemas (a) e (b) para uma vizinhança retangular.
 - ▶ As próximas imagens (790×686 pixels) ilustram o angiograma aórtico (c) e o resultado usando a média (d) com $m = n = 41$.
 - ▶ O efeito produzido é o desfoque local na imagem original.



Transformações geométricas

- ▶ *Modificam a relação espacial entre os pixels*
- ▶ Consistem em duas operações básicas:
 - ▶ Transformação espacial de **coordenadas**
 - ▶ **Interpolação** de intensidade que atribui valores para pixels transformados.
- ▶ As transformações *relocam os pixels* de uma imagem para novas posições.
- ▶ Para concluir o processo, são *atribuídos valores de intensidade* a estas posições utilizando a interpolação.

Transformation Name	Coordinate Equations	Example
Identity	$x = v$ $y = w$	
Scaling	$x = c_x v$ $y = c_y w$	
Rotation	$x = v \cos \theta - w \sin \theta$ $y = v \sin \theta + w \cos \theta$	
Translation	$x = v + t_x$ $y = w + t_y$	
Shear (vertical)	$x = v + s_v w$ $y = w$	
Shear (horizontal)	$x = v$ $y = s_h v + w$	

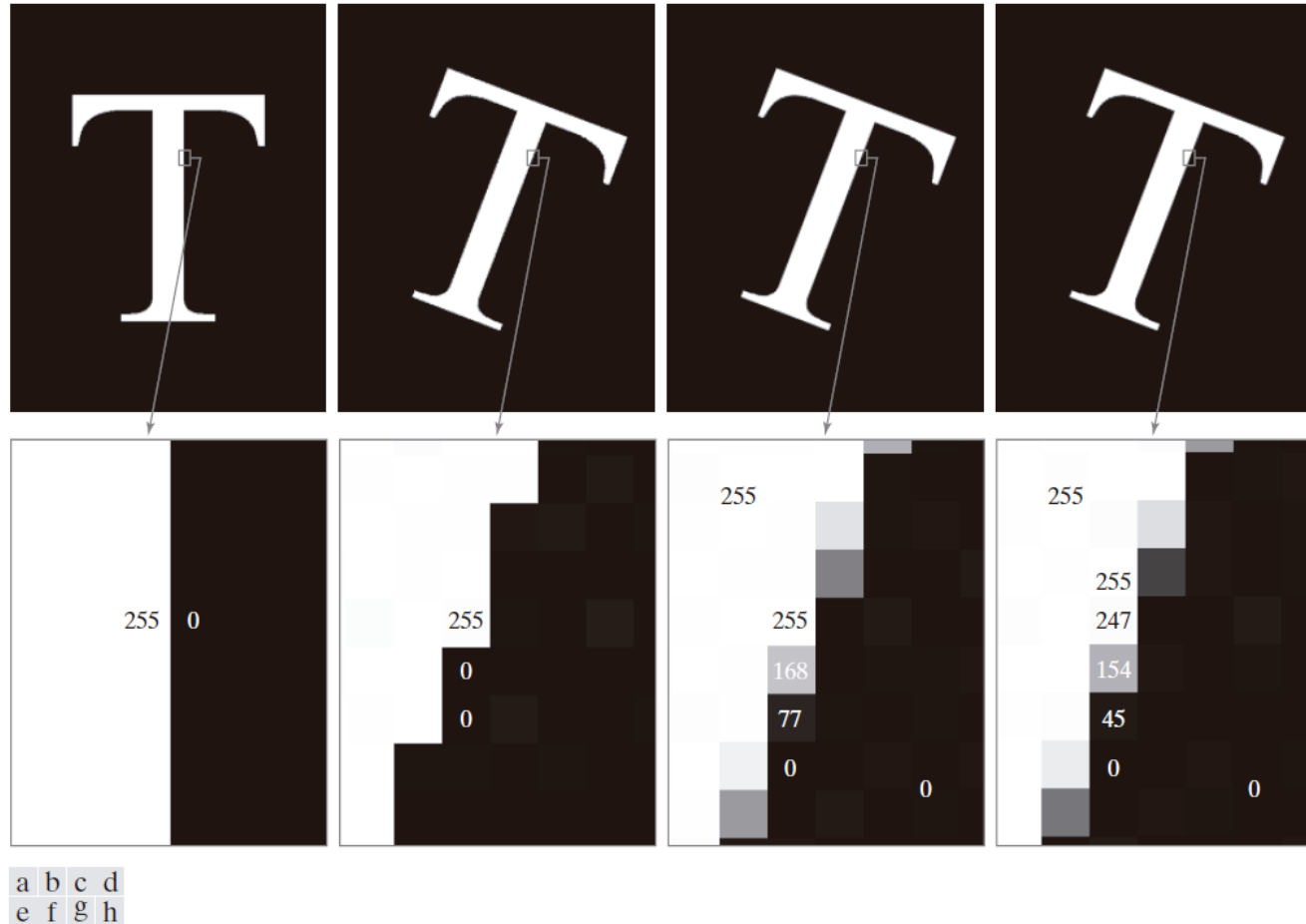
© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Transformações geométricas

a) Imagem 541×421 da letra T.

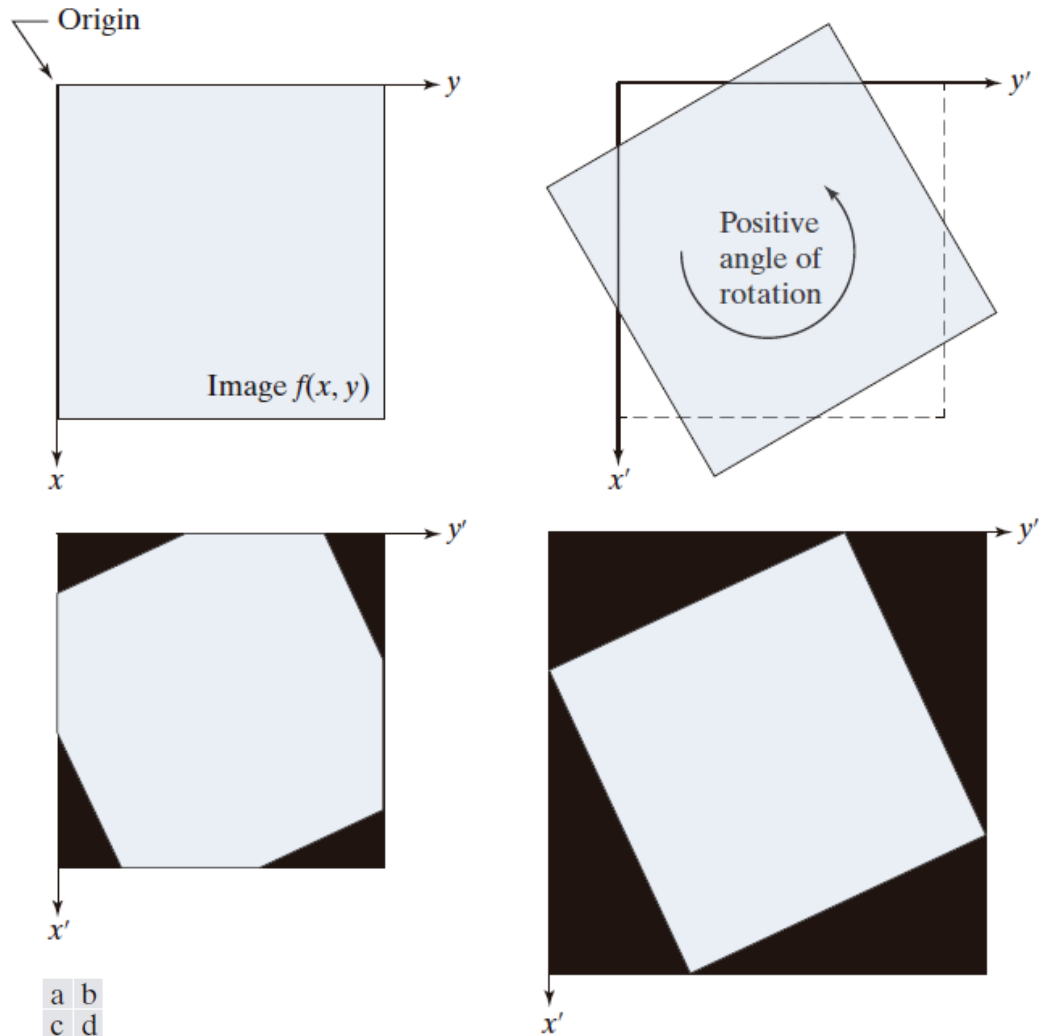
b-d) Imagens rotacionadas -21° (interpolação do vizinho mais próximo, bilinear e bicúbica).

e-h) Seções ampliadas (cada quadrado é um pixel e os números mostrados são valores de intensidade).



Transformações geométricas

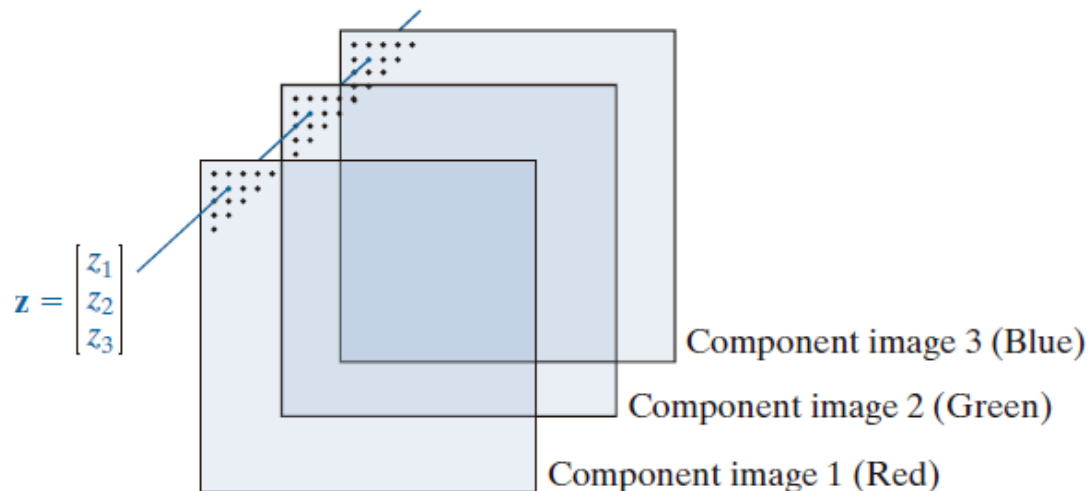
- a) Imagem original.
- b) Imagem rotacionada (note o sentido anti-horário para um ângulo positivo de rotação).
- c) Imagem rotacionada cropada para caber na mesma área que a imagem original.
- d) Imagem ampliada para acomodar a imagem completa após a rotação.



© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

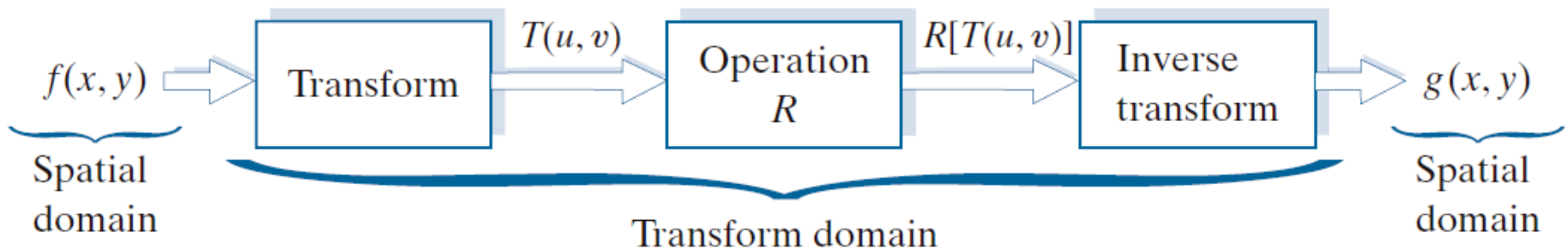
Operações vetoriais e matriciais

- ▶ O *processamento de imagens coloridas* é uma área típica em que operações vetoriais e matriciais são usadas.
- ▶ Por exemplo, cada pixel de uma imagem RGB tem 3 componentes que podem ser organizados na forma de um vetor coluna Z , onde z_1 é a intensidade do pixel na componente vermelha, z_2 na verde e z_3 na azul.



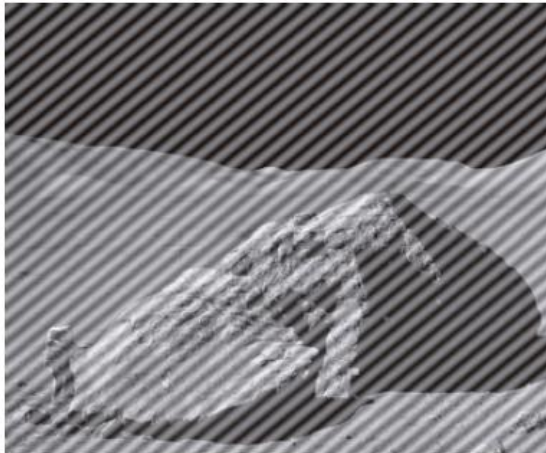
Transformadas

- ▶ São clássicas as abordagens de processamento de imagem que operam diretamente nos pixels de uma imagem de entrada, ou seja, no domínio espacial.
- ▶ Porém, em alguns casos as tarefas de processamento de imagens são melhores formuladas transformando as imagens de entrada, executando a tarefa específica no domínio da transformação e aplicando a transformação inversa a fim de retornar ao domínio espacial.

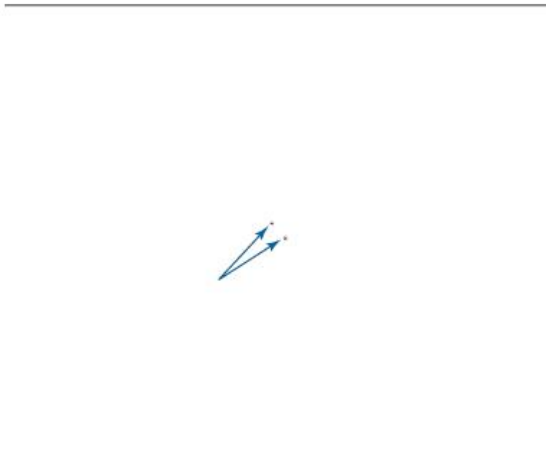


Transformadas

► Exemplo – domínio da frequência:

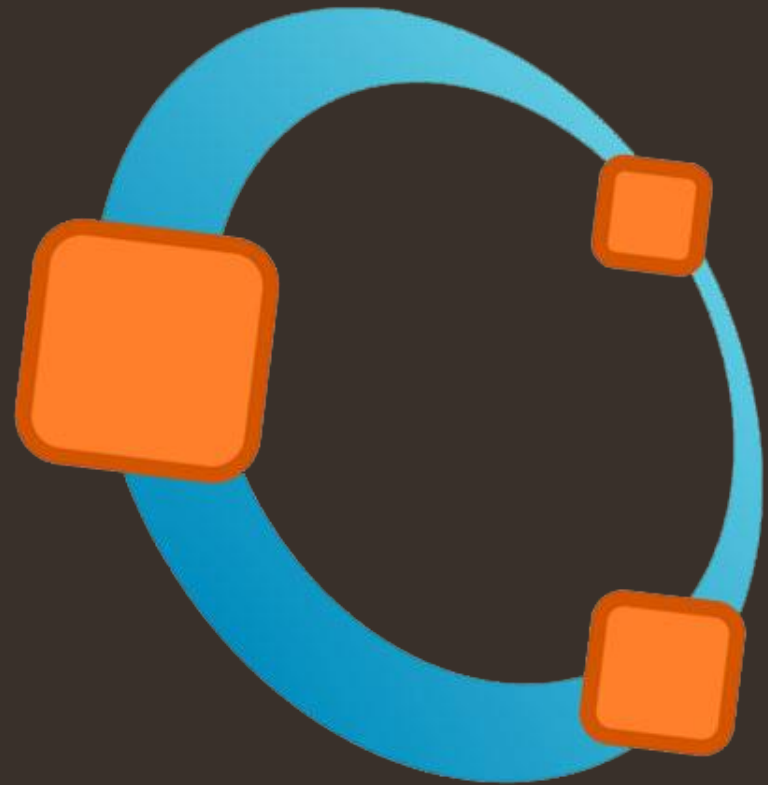


- a) Imagem corrompida por interferência senoidal;
- b) Magnitude da transformada de Fourier mostrando a rajada de energia responsável pela interferência;
- c) Máscara usada para eliminar a interferência;
- d) Resultado da computação da inversa da transformada de Fourier.



PRÁTICA 4

Operações sobre imagens.



Disponível no SIGAA