

<https://www.youtube.com/watch?v=4S5e1xJ1bwc&list=PLkHLOFXuBa2UZXCzAbzBGGV5Y33phILKI>

Operações sobre imagens

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

[TAD0018] Aula 4 - Processamento Digital de Imagens

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**
 - ▶ $m(x,y) = f(x,y) * g(x,y) \rightarrow$ **Multiplificação**
 - ▶ $d(x,y) = f(x,y) / g(x,y) \rightarrow$ **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.

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

3

2:36:44 / 3:07:38

Scroll for details

Settings

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	$a \ ./ \ b$	$[b1/a1 \ b2/a2 \ \dots \ bn/an]$
Potenciação por escalar	$a.^c$	$[a1^c \ a2^c \ \dots \ an^c]$
Potenciação vetorial	$a.^b$	$[a1^b1 \ a2^b2 \ \dots \ an^bn]$

► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

Operações aritméticas

Adição de imagens

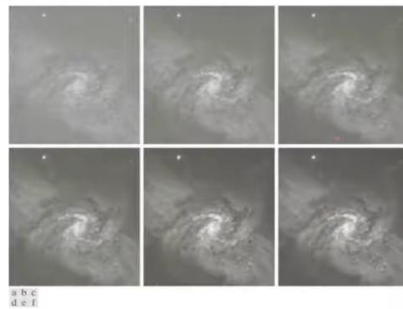
- Exemplo: seja $g(x,y)$ uma **imagem corrompida** formada com a adição de ruído $h(x,y)$ a uma imagem sem ruído $f(x,y)$:

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

- 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



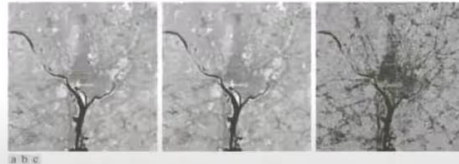
- Imagem da galáxia corrompida por ruído Gaussiano aditivo e resultados das médias com 5, 10, 20, 50 e 100 imagens ruidosas, respectivamente.



Operações aritméticas

▶ *Subtração de imagens*

- ▶ Uma aplicação frequente é o **melhoramento das diferenças** entre imagens.
- ▶ Exemplo: infravermelho da área de Washington, D.C.



- a) Imagem original.
- b) Imagem obtida zerando o bit menos significativo de todos os pixels da imagem original
- c) Diferença das duas imagens, escalada para o intervalo $[0, 255]$.

© 1992, 2006 R. C. Gonzalez & R. E. Woods
 ▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

7

⏮ ⏪ ⏩ ⏭ 2:43:54 / 3:07:38

Scroll for details
 ▼

🔍 🗑



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)

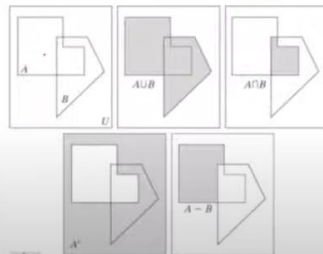
© 1992, 2006 R. C. Gonzalez & R. E. Woods
 ▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

8



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.



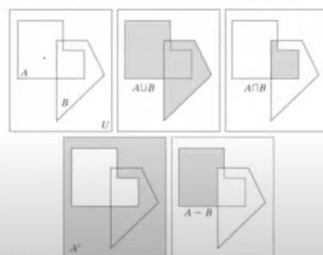
- a) Dois conjuntos de coordenadas, A e B no espaço 2D.
- b) União de A e B
- c) Intersecção de A e B
- d) O complemento de A
- e) A diferença entre A e B.

As áreas sombreadas representam os elementos das operações resultantes.



Operações com conjuntos

- 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
- b) Imagem negativa usando a complementação
- c) União da imagem original e uma imagem constante

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

▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

10

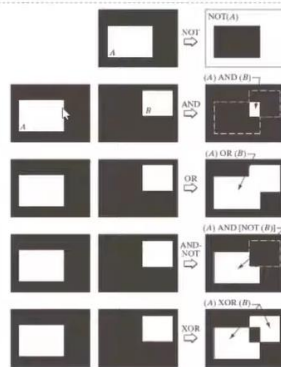


Operações lógicas

- ▶ Exemplo de operações lógicas envolvendo *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 mostradas para referência e não fazem parte do resultado.



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

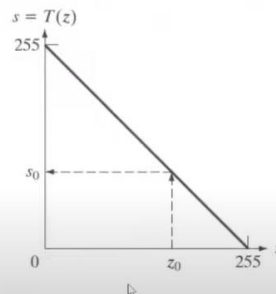
▶ Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

11



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 arbitrário z_0 para um valor de saída correspondente s_0 .



Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

12

⏮️ ⏪ ⏩ ⏭ 2:52:09 / 3:07:38

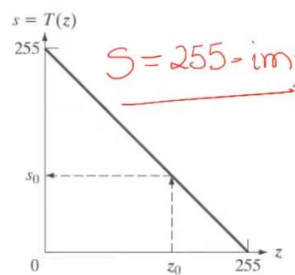
Scroll for details

🔧 🗨️



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 arbitrário z_0 para um valor de saída correspondente s_0 .



Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

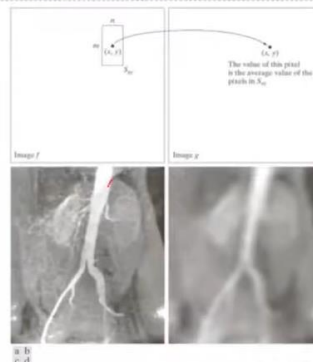
12



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 ilustram o angiograma aórtico (c) e o resultado usando a média (d).



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

► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

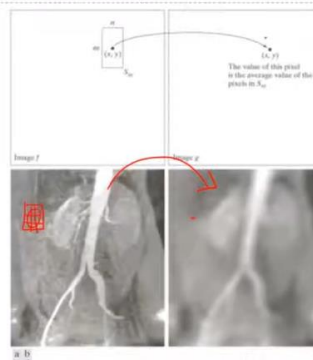
13



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 ilustram o angiograma aórtico (c) e o resultado usando a média (d).



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

► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

13



Transformações geométricas

- **Modificam a relação espacial entre os pixels** e consistem em duas operações básicas:
 - (1) transformação espacial de **coordenadas** e
 - (2) 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	$x = x$ $y = y$	
Scaling	$x = cx$ $y = cy$	
Rotation	$x = x \cos \theta - y \sin \theta$ $y = x \sin \theta + y \cos \theta$	
Translation	$x = x + t_x$ $y = y + t_y$	
Shear (vertical)	$x = x + k_y y$ $y = y$	
Shear (horizontal)	$x = x$ $y = y + k_x x$	

© 1992, 2006 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Prof. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI

14

2:56:19 / 3:07:38

 Scroll for details

Transformações geométricas



- Imagem de 300 dpi da letra T;
- Imagem rotacionada 21° sentido horário usando interpolação do vizinho mais próximo;
- Imagem rotacionada 21° usando interpolação bilinear;
- Imagem rotacionada 21° usando interpolação bicúbica.

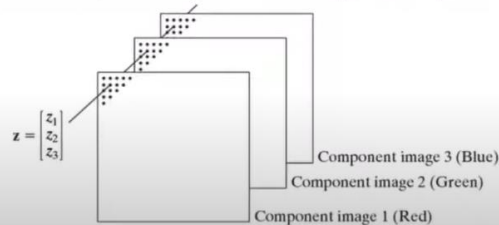
© 1992, 2006 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Prof. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI

15

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.

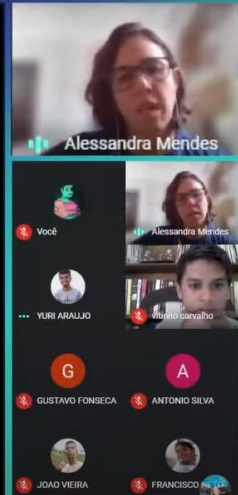


Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

16

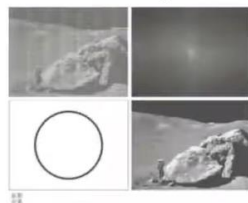
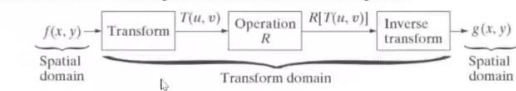
3:00:51 / 3:07:38

Scroll for details



Transformadas

- ▶ Em alguns casos as tarefas de processamento de imagens são melhores formuladas transformando as imagens de entrada e aplicando a transformada inversa para retornar ao domínio espacial.



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

Prof. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ/TADS/PDI

17

