

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer

Minaturas

## Filtragem Espacial

- A filtragem espacial é utilizada num grande variedade de aplicações, como aprimoramento da imagem, redução de ruído, aguçamento, detecção de borda, etc.
- A palavra *filtro* foi emprestada do processamento no domínio da frequência.
- Filtros espaciais são mais versáteis, pois é possível construir filtros não-lineares.
- Se a operação realizada sobre os pixels é linear, o filtro é chamado de filtro espacial linear, caso contrário, é chamado filtro não-linear.

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 3

Slide 3 de 48 Português (Brasil) Digitate aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 10:38 PTB2 11/03/2021 76% 10:38

D DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes LUCAS SILVA LUAN BARROS 24 10:38

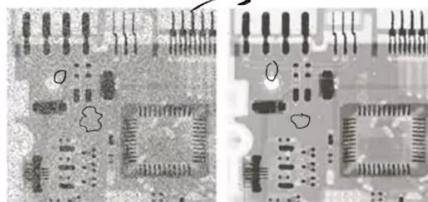
PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer

Minaturas

## Filtragem Espacial

- Exemplo: remoção de ruído



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

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 4

Slide 4 de 48 Português (Brasil) Digitate aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 10:40 PTB2 11/03/2021 76% 10:40

D DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes LUCAS SILVA LUAN BARROS 24 10:40

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## Filtragem Espacial

- ▶ A filtragem espacial realiza **operações diretamente na imagem** usando **filtros espaciais** (também chamados de máscaras, *kernels*, *templates*, ou janelas).
- ▶ O processo de filtragem consiste em:
  - ▶ Uma **vizinhança**:
  - ▶ Uma **operação** pré-definida que é executada sobre os pixels da imagem que interceptam a vizinhança.
- ▶ A filtragem cria um **novo pixel** com coordenadas iguais ao do centro da vizinhança e **cujo valor é resultado da operação de filtragem**.

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

Slide 5 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 10:41 PDB 11/03/2021 3 10:41

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes LUCAS SILVA LUAN BARROS

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## Processo de Filtragem

- ▶ *Cada elemento da máscara é multiplicado pelo valor do pixel correspondente na imagem f*
- ▶ *A soma desses resultados é o novo valor do nível de cinza na nova imagem g*
  - ▶ Exemplo: w é uma janela de n x n = k pixels.
  - ▶ O processo de filtragem para cada pixel na imagem g(x,y) será dada por:

$$g(x, y) = \sum_{i=1}^k w_i \cdot f(x, y)$$

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

Slide 7 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 10:43 PDB 11/03/2021 3 10:43

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes LUCAS SILVA LUAN BARROS

## [TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-baixa: Linear

Exemplos de aplicações de filtros de média:

•  $(m_{i-1,j-1} \times 1) + (m_{i-1,j} \times 1) + (m_{i-1,j+1} \times 1) + (m_{i,j-1} \times 1) + (m_{i,j} \times 1) + (m_{i,j+1} \times 1) + (m_{i+1,j-1} \times 1) + (m_{i+1,j} \times 1) + (m_{i+1,j+1} \times 1)$

•  $1/9 \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} =$

•  $1/25 \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} =$

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

Slide 27 de 48 Português (Brasil) Digitê aqui para pesquisar Arquivos Comentários 10:46 PDR2 11/03/2021 1:23:34 / 2:58:01 Scroll for details CC CC 5 seconds alyson miguel LUIAN BARROS 224 10

## [TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-baixa: Linear

Exemplos de aplicações de filtros de média:

•  $7 \times 7$

•  $9 \times 9$

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

Slide 28 de 48 Português (Brasil) Digitê aqui para pesquisar Arquivos Comentários 10:49 PDR2 11/03/2021 1:24:48 / 2:58:01 Scroll for details CC CC 224 10

**Filtragem Espacial**

- » O processamento sobre uma vizinhança consiste em:
  - 1) Definir um **ponto central** ( $x,y$ );
  - 2) Executar uma **operação** que envolva apenas os pixels da vizinhança pré-definida sobre o ponto central;
  - 3) Considerar o **resultado** da operação como sendo a resposta do processo no ponto ( $x,y$ );
  - 4) **Repetir** o processo para todos os pontos da imagem.
- » O processo de mover o ponto central cria novas vizinhanças para cada pixel na imagem de entrada. **Esta operação é referida como processamento de vizinhança ou filtragem espacial.**

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

Slide 6 de 40 | Português (Brasil) | Dicas | Anotações | Comentários | POR: 10:55 | PFBZ: 11/03/2021 | 70% | 10:55

D DAVI ALMEIDA  
E Viniho carvalho  
A Alessandra Mendes  
a alison miguel  
JOAO VIEIRA

**Processo de Filtragem**

- » *Cada elemento da máscara é multiplicado pelo valor do pixel correspondente na imagem f*
- » *A soma desses resultados é o novo valor do nível de cinza na nova imagem g*
- » Exemplo: w é uma janela de  $n \times n = k$  pixels.
- » O processo de filtragem para cada pixel na imagem  $g(x,y)$  será dada por:

$$g(x,y) = \sum_{i=1}^k w_i \cdot f(x,y)$$

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

Slide 7 de 40 | Português (Brasil) | Dicas | Anotações | Comentários | POR: 10:56 | PFBZ: 11/03/2021 | 70% | 10:56

D DAVI ALMEIDA  
E Viniho carvalho  
A Alessandra Mendes  
a alison miguel  
JOAO VIEIRA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## Filtragem Espacial

- Exemplo de mecânica de filtragem espacial linear usando máscara 3x3.
- A forma escolhida para denotar as coordenadas dos coeficientes da máscara de filtragem simplifica a escrita de expressões para filtragem linear.

Diagram illustrating spatial filtering using a 3x3 mask. It shows a grid of image pixels and a circular filter mask centered on a pixel. Below the mask is its corresponding 3x3 coefficient matrix:

$w(-1,-1)$	$w(-1,0)$	$w(-1,1)$
$w(0,-1)$	$w(0,0)$	$w(0,1)$
$w(1,-1)$	$w(1,0)$	$w(1,1)$

Slide 8 de 40. Português (Brasil) Digitte aqui para pesquisar Anotações Comentários PDI 10:57 PTBZ 11/03/2021 70% 10:57

D AVI ALMEIDA  
Vivinho carvalho  
a Alessandra Mendes  
alison miguel  
JOAO VIEIRA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## usando

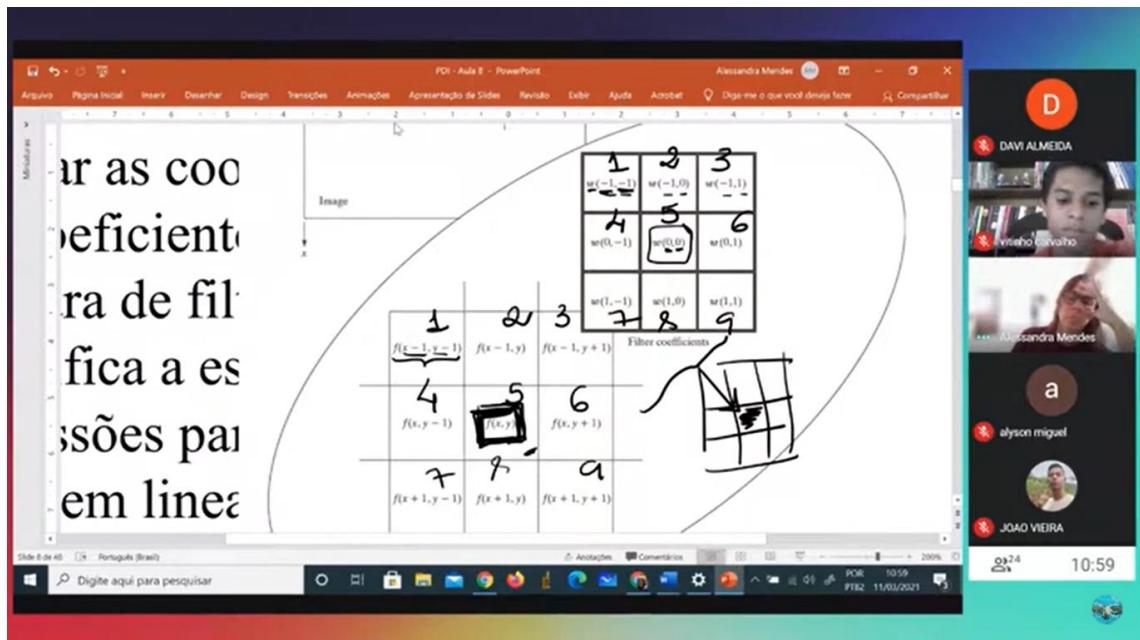
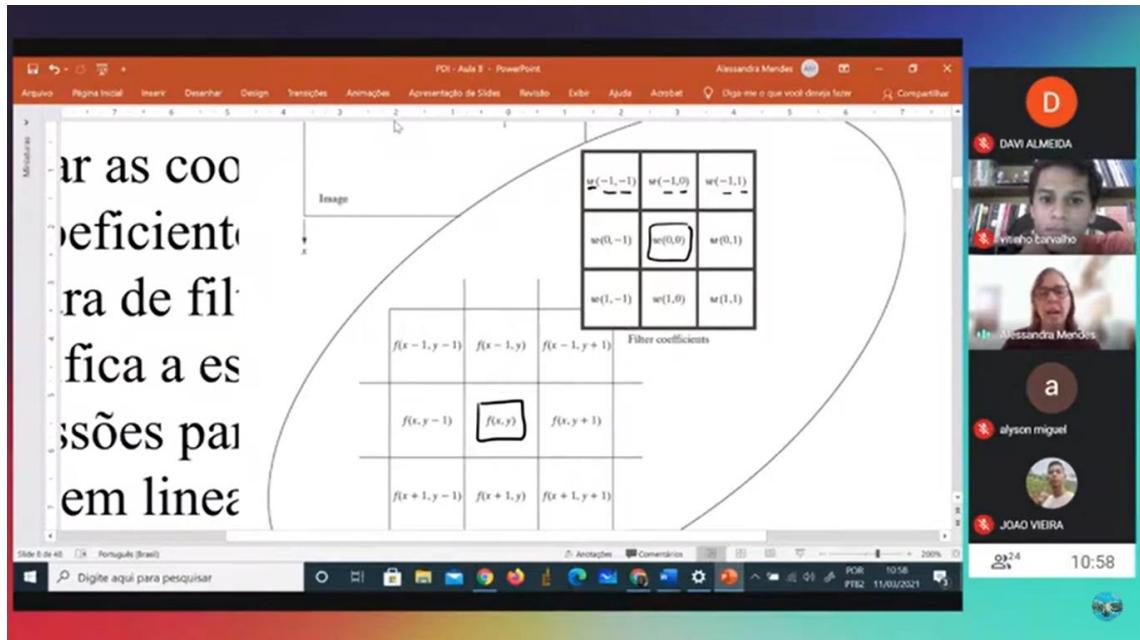
na escolha das coeeficientes da máscara de fil

Diagram illustrating spatial filtering using a 3x3 mask. It shows a grid of image pixels and a circular filter mask centered on a pixel. Below the mask is its corresponding 3x3 coefficient matrix:

$w(-1,-1)$	$w(-1,0)$	$w(-1,1)$
$w(0,-1)$	$w(0,0)$	$w(0,1)$
$w(1,-1)$	$w(1,0)$	$w(1,1)$

Slide 8 de 40. Português (Brasil) Digitte aqui para pesquisar Anotações Comentários PDI 10:57 PTBZ 11/03/2021 70% 10:57

D AVI ALMEIDA  
Vivinho carvalho  
a Alessandra Mendes  
alison miguel  
JOAO VIEIRA



Discussar-se que o coeficiente central do filtro,  $w(0,0)$ , alinha com o pixel na posição  $f(x,y)$ .

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t)f(x+s, y+t)$$

► Profa. Alessandra Mendes – UFRN/EAJ

### Correlação e Convolução

- Correlação e convolução, operações matemáticas em funções, são conceitos próximos da filtragem espacial.
- Correlação** é o processo de mover uma máscara de filtro sobre uma imagem e computar a soma dos produtos em cada posição, exatamente como explicado anteriormente.

$$g(x,y) = w(x,y) \circ f(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t)f(x+s, y+t)$$

A **convolução** difere da correlação pela **rotação do filtro de 180º**.

$$g(x,y) = w(x,y) \bullet f(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t)f(x-s, y-t)$$

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

Correlação: é o ato de mover uma máscara sobre uma imagem e computar a soma dos produtos .

Convolução: é a mesma coisa, porém depois de fazer uma rotação de 180 graus

## [TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

### Correlação e Convolução

- Os pontos (a,b,c,d,e,f,g,h,i) são os valores dos níveis de cinza na mesma vizinhança de  $f(x,y) = c$ , comparando com a máscara.
- Os valores  $w_1$  à  $w_9$  são os "pesos", ou seja, os valores dos níveis de cinza em cada posição da máscara.
- O valor do pixel  $g(x,y)$  na nova imagem será dado por:

$$g(x,y) = \sum_{i=1}^k w_i \cdot f(x,y)$$

Imagem -  $f(x,y)$   
Máscara  
 $K = 3 \times 3 = 9$

g(x,y) =  $w_1 \cdot a + w_2 \cdot b + w_3 \cdot c + w_4 \cdot d + w_5 \cdot e + w_6 \cdot f + w_7 \cdot g + w_8 \cdot h + w_9 \cdot i$

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

Slide 11 de 48 Português (Brasil) 1:38:41 / 2:58:01 Scroll for details 11:03 PDI 11/03/2021 CC HD

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

### Correlação e Convolução

- Mecânica de filtragem em uma imagem com filtro de núcleo  $N \times N = 3 \times 3$ , onde  $I_k(i)$  representa os pixels vizinhos ao  $i$ -ésimo pixel da imagem e  $k$  é um índice linear que varre a região da vizinhança segundo uma convenção de linha ou coluna.

$$f_i = \sum_{k=1}^9 w_k I_k(i) = (-1 \cdot 10) + (-1 \cdot 11) + (-1 \cdot 8) + (-1 \cdot 40) + (8 \cdot 25) + (-1 \cdot 42) + (-1 \cdot 30) + (-1 \cdot 36) + (-1 \cdot 46)$$
$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline & 12 & 11 & 12 & 13 & 13 & 9 \\ \hline 10 & 8 & 10 & 11 & 8 & 13 \\ \hline 32 & 36 & 40 & 35 & 42 & 40 \\ \hline 40 & 37 & 38 & 36 & 46 & 41 \\ \hline \end{array}$$
$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline w_1 & w_2 & w_3 \\ \hline w_4 & w_5 & w_6 \\ \hline w_7 & w_8 & w_9 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 8 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

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

Slide 12 de 48 Português (Brasil) 11:04 11:04 PDI 11/03/2021 CC HD

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## Correlação e Convolução

- Detalhamento do processo:
  - Definir o núcleo do filtro;
  - Deslizar o núcleo sobre a imagem de modo que o pixel central do núcleo coincida com cada pixel-alvo da imagem;
  - Multiplicar os pixels sob o núcleo pelos correspondentes valores (pesos) no núcleo e somar os resultados;
  - Para cada pixel-alvo, copiar o valor resultante na mesma posição de uma nova imagem (filtrada).

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

13

Slide MILLER ROCHA saiu da reunião

Anotações Comentários

POR 11:04 PTB2 11/03/2021

D 11:04

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho

Nessandra Mendes

a alyson miguel

JOAO VIEIRA

11:04

[TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

## Correlação e Convolução

- Correlação (linha do meio) e convolução (última linha) de um filtro 2D com um impulso unitário discreto 2D.
- Os 0's são mostrados em cinza para facilitar a análise visual.

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

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

14

Slide 14 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários

POR 11:05 PTB2 11/03/2021

1:39:56 / 2:58:01

Scroll for details

CC HD

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Slide 14 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários 125% POR 11/06 PTBZ 11/03/2021 3

Digitte aqui para pesquisar

Minutas

Correlação (linha do meio) e convolução (última linha) de um filtro 2D com um impulso unitário discreto 2D.

Os 0's são mostrados em cinza para facilitar a análise visual.

Initial position for  $w$

$f(x, y)$

$w(x, y)$

(a) (b)

Full correlation result

Cropped correlation result

Rotated  $w$

Full convolution result

Cropped convolution result

Initial position for  $w$

$f(x, y)$

$w(x, y)$

(a) (b)

Full correlation result

Cropped correlation result

Rotated  $w$

Full convolution result

Cropped convolution result

D AVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:06 24 11:06

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Slide 14 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários 125% POR 11/07 PTBZ 11/03/2021 3

Digitte aqui para pesquisar

Minutas

Correlação (linha do meio) e convolução (última linha) de um filtro 2D com um impulso unitário discreto 2D.

Os 0's são mostrados em cinza para facilitar a análise visual.

Initial position for  $w$

$f(x, y)$

$w(x, y)$

(a) (b)

Full correlation result

Cropped correlation result

Rotated  $w$

Full convolution result

Cropped convolution result

Initial position for  $w$

$f(x, y)$

$w(x, y)$

(a) (b)

Full correlation result

Cropped correlation result

Rotated  $w$

Full convolution result

Cropped convolution result

D AVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:07 24 11:07

meio) e **convolução** (última linha) de um filtro 2D com um impulso unitário discreto 2D.

- Os 0's são mostrados em cinza para facilitar a análise visual.

$$g = f \bullet w$$

Origin $f(x, y)$	Initial position for $w$	Full correlation result	Cropped correlation result
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 1 0 0	1 2 3	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	4 5 6	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	7 8 9	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

Rotated $w$	Full convolution result	Cropped convolution result
9 8 7	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
16 5 4	0 0 0 0 0	0 1 2 3 0
13 2 1	0 0 0 0 0	4 5 6 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	1 2 3 0 0
0 0 0 0 1	0 0 0 0 0	0 7 8 9 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0

9 =  $f \bullet w \Rightarrow$  uma imagem de saída é igual a uma imagem de entrada  $f$  em correlação com o filtro  $w$ .

## O – correlação

### – convolução

$9 = f \bullet w \Rightarrow$  uma imagem de saída é igual a uma imagem de entrada  $f$  em correlação com o filtro  $w$ .

**Convenção:**

- Máscaras de organização par ( $2 \times 2, 4 \times 4, \dots$ ) o resultado é colocado sobre o **Primeiro Pixel**.
- Máscaras de organização ímpar ( $3 \times 3, 5 \times 5, \dots$ ) o resultado é colocado sobre o **Pixel de Centro**.
- Nas máscaras simétricas, as operações de correlação e convolução são idênticas. Exemplo:

Template	Imagem Original	Imagem Final
$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ $T(i,j)$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 4 & 4 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 4 & 4 \end{bmatrix}$ $f(x,y)$	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 7 & 6 & * \\ 2 & 4 & 7 & 7 & * \\ 3 & 2 & 7 & 7 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$ $T(i,j) * f(x,y)$

Os valores marcados com \* não podem ser calculados.

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Ministre

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

## Limites da Imagem

- Os limites da imagem devem ser propriamente tratados:
  - Ignorar** os pixels para os casos em que a operação não possa ser realizada – borda não processada;
  - Possivelmente atribuindo um valor fixo (podendo ser zero) aos resultados não calculáveis;
  - Expandir** a imagem criando linhas colunas e preenchendo:
    - Com zeros antes do cálculo da imagem final;
    - Com a replicação dos pixels das bordas;
    - Com o espelhamento dos pixels da borda (simetria).
  - Utilizar uma máscara modificada** nas regiões de borda, o que aumenta complexidade da operação.

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

Slide 16 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:13 PIBZ 11/03/2021 16 76%

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:13

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Ministre

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

## Limites da Imagem

- Exemplo: Atribuição de valor fixo – zero – aos resultados não calculáveis.

Template			Imagem					Resultado				
1	1	1	1	2	3	4	5	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	3	4	0	11	15	17	0	0
1	1	1	1	1	3	2	0	8	17	22	0	0
			0	0	4	5	6	13	21	20	0	0
			1	0	7	8	0	0	0	0	0	0

Primeiro Ponto ==> (1x1) + (1x2) + (1x3) + (0x0) + (0x1) + (0x3) + (1x1) + (1x3) = 11

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

Slide 17 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:15 PIBZ 11/03/2021 17 76%

DAVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:15

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Ajuda Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Observações

- ▶ O **custo computacional** da correlação/convolução espacial é **alto**.
- ▶ Se a Imagem é de tamanho  $M \times M$  e a máscara  $N \times N$ , o número de multiplicações é de  $M^2.N^2$ , ou seja, se a Imagem é de  $512 \times 512$  e a máscara é de  $16 \times 16$ , são necessárias  $67.108.864$  multiplicações.
- ▶ A **alternativa** é transformar a **Imagen** e a **máscara para o domínio da frequência** (Fourier) e multiplicar elemento a elemento.
- ▶ A transformação só é justificável se a máscara for maior que **32 x 32**, devido ao custo da Transformada de Fourier.

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

19

Série 19 de 40 Português (Brasil)

D DAVI ALMEIDA vitinho Carvalho

a Alessandra Mendes

alyson miguel

JOAO VIEIRA

9:23 11:16 11:16  
PTB2 11/03/2021

Digite aqui para pesquisar

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Observações

$512 \times 512 = 262,144$  pixels  $\Rightarrow$

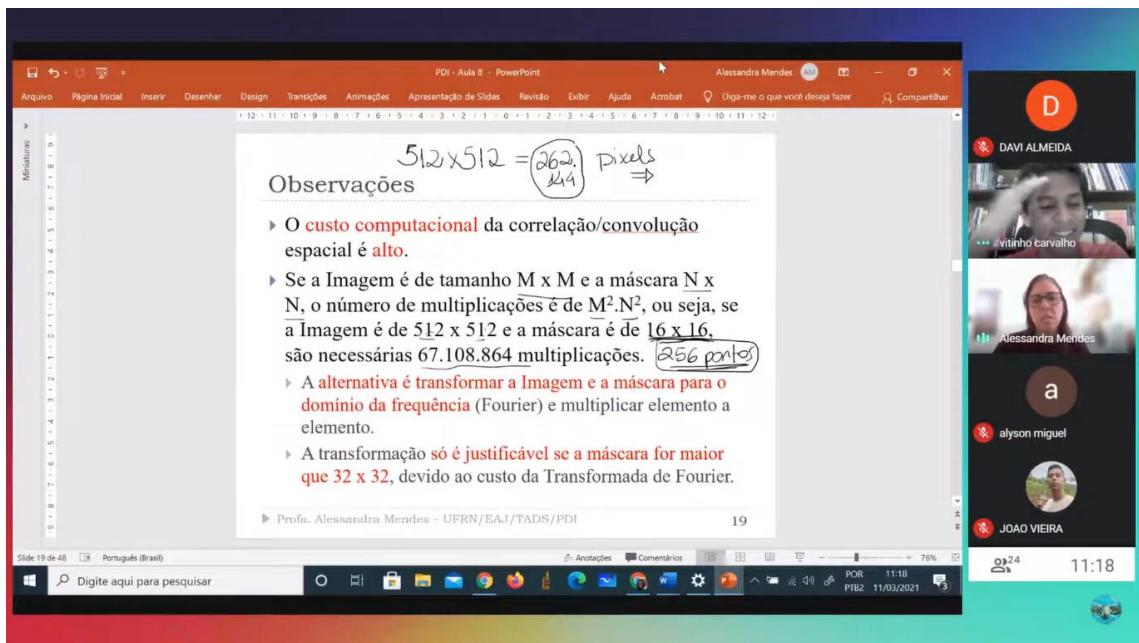
- » O custo computacional da correlação/convolução espacial é alto.
- » Se a Imagem é de tamanho  $M \times M$  e a máscara  $N \times N$ , o número de multiplicações é de  $M^2 \cdot N^2$ , ou seja, se a Imagem é de  $512 \times 512$  a máscara é de  $16 \times 16$ , são necessárias 67.108.864 multiplicações. 256 pontos
- » A alternativa é transformar a Imagem e a máscara para o domínio da frequência (Fourier) e multiplicar elemento a elemento.
- » A transformação só é justificável se a máscara for maior que  $32 \times 32$ , devido ao custo da Transformada de Fourier.

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

19

Slide 19 de 48 | Português (Brasil)

D AVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:18



PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Filtragem no domínio espacial

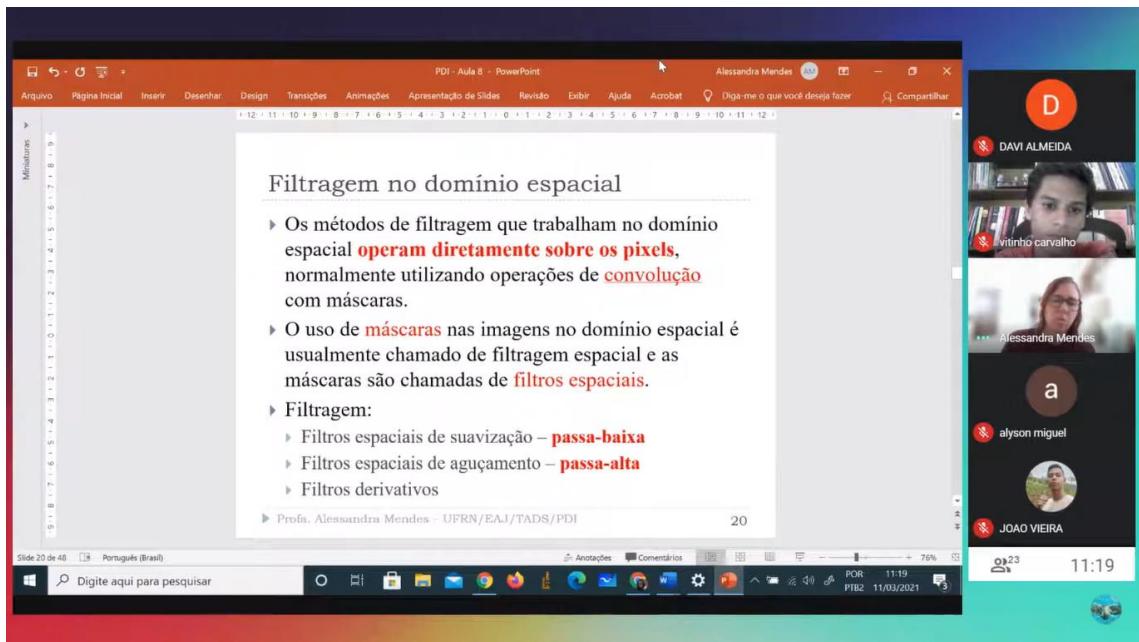
- » Os métodos de filtragem que trabalham no domínio espacial **operam diretamente sobre os pixels**, normalmente utilizando operações de **convolução** com máscaras.
- » O uso de **máscaras** nas imagens no domínio espacial é usualmente chamado de filtragem espacial e as máscaras são chamadas de **filtros espaciais**.
- » Filtragem:
  - » Filtros espaciais de suavização – **passa-baixa**
  - » Filtros espaciais de aguçamento – **passa-alta**
  - » Filtros derivativos

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

20

Slide 20 de 48 | Português (Brasil)

D AVI ALMEIDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel JOAO VIEIRA 11:19



PDI - Aula 8 - PowerPoint

Filtragem no domínio espacial

► Filtragem:

$$g(x_r, y_r) = T[f(x_r, y_r)]$$

Onde:

$f(x_r, y_r)$  é a imagem de entrada a ser filtrada,  
 $g(x_r, y_r)$  é a imagem na saída, processada, e,  
 $T$  é um operador sobre  $f$ , definido em alguma vizinhança do pixel de posição  $(x_r, y_r)$ .

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

21

Slide 21 de 48 | Português (Brasil)

Davi Almeida, vitinho carvalho, Alessandra Mendes, alyson miguel, JOAO VIEIRA

11:20 11/03/2021

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Filtros passa-baixa

► Objetivos:

- **Suavizar** a imagem pela **redução das variações** nos de níveis de cinza que dão à aparência de "serrilhado" nos patamares de intensidade.
- **Atenuar as altas frequências**, que correspondem às transições abruptas.
- **Minimizar ruídos**.

► Tipos:

- Lineares: filtros de média ou média ponderada
- Não lineares: filtros de estatística de ordem (mediana, ordem, moda)

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

22

Slide 22 de 48 | Português (Brasil)

Davi Almeida, vitinho carvalho, Alessandra Mendes, alyson miguel, JOAO VIEIRA

11:25 11/03/2021

2:00:14 / 2:58:01

Scroll for details

The screenshot shows a Microsoft PowerPoint presentation titled "[TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens". The slide content discusses the "Filtro passa-baixa: Linear" (Low-pass filter: Linear). It states that the output of a linear spatial filter for smoothing is the average of pixels in the neighborhood of the mask, resulting in a loss of sharpness (perda de nitidez). It also mentions applications like noise reduction and smoothing, and a side effect called "borramento das bordas" (blurring of edges). Examples of masks are shown:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{9} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{32} \begin{matrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 16 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{8} \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Quer dizer que quando tiver zero iremos depreza-lo para efeito de contagem de elementos no divisor?

O divisor será a soma dos elementos?

O filtro de média não é simplesmente a soma dividida pela quantidade, ele é a soma dividido pela soma dos pesos

The screenshot shows a Microsoft PowerPoint presentation titled "[TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens". The slide content discusses the "Filtro passa-baixa: Linear" (Low-pass filter: Linear). It states that the output of a linear spatial filter for smoothing is the average of pixels in the neighborhood of the mask, resulting in a loss of sharpness (perda de nitidez). It also mentions applications like noise reduction and smoothing, and a side effect called "borramento das bordas" (blurring of edges). Examples of masks are shown:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{9} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{32} \begin{matrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 16 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{matrix}$$
$$\frac{1}{8} \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-baixa: Linear

► Média (não ponderada) com máscara =  $\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

$f(x,y)$   $g(x,y)$

20	30	24	34	60	80	89	90	12	00
23	34	31	67	88	99	00	00	00	00
12	23	35	65	66	77	88	99	00	00
11	22	99	99	99	99	98	88	88	88
12	12	12	22	22	44	55	65	77	88
11	44	55	76	87	87	55	66	33	33
12	33	44	55	66	77	88	00	00	00

20	30	24	34	60	80	89	90	12	00
23	34	31	67	88	99	00	00	00	00
12	23	35	65	66	77	88	99	00	00
11	22	99	99	99	99	98	88	88	88
12	12	12	22	22	44	55	65	77	88
11	44	55	76	87	87	55	66	33	33
12	33	44	55	66	77	88	00	00	00

$g(0,0) = (20 + 30 + 24 + 23 + 24 + 24 + 56 + 12 + 23 + 35) / 9 = 24,77$

$g(0,1) = (30 + 24 + 34 + 24 + 24 + 56 + 67 + 23 + 35 + 65) / 9 = 39,77$

► Prof. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 24

Slide 24 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 11:34 PTB2 11/03/2021 3

Digitate aqui para pesquisar 11:34

ANDERSON HOLANDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel LUAN BARROS 11:34

O filtro de media não aumenta, ele diminui, ele suaviza, ele deixa mais próximo da vizinhança.

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-baixa: Linear

► Média ponderada com máscara =  $\frac{1}{8} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

$f(x,y)$   $g(x,y)$

20	30	24	34	60	80	89	90	12	00
23	34	31	67	88	99	00	00	00	00
12	23	35	65	66	77	88	99	00	00
11	22	99	99	99	99	98	88	88	88
12	12	12	22	22	44	55	65	77	88
11	44	55	76	87	87	55	66	33	33
12	33	44	55	66	77	88	00	00	00

20	30	24	34	60	80	89	90	12	00
23	34	31	67	88	99	00	00	00	00
12	23	35	65	66	77	88	99	00	00
11	22	99	99	99	99	98	88	88	88
12	12	12	22	22	44	55	65	77	88
11	44	55	76	87	87	55	66	33	33
12	33	44	55	66	77	88	00	00	00

$g(0,0) = ((20*0) + (30*1) + (24*0) + (23*1) + (24*4) + (56*1) + (12*0) + (23*1) + (35*0)) / 8 = (0+30+0+23+96+56+0+23+0)/8 = 28,37$

► Prof. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 25

Slide 25 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 11:36 PTB2 11/03/2021 3

Digitate aqui para pesquisar 11:36

ANDERSON HOLANDA vitinho carvalho Alessandra Mendes alyson miguel LUAN BARROS 11:36

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

### Filtro passa-baixa: Linear

Exemplos de aplicações de filtros de média:

26

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

Slide 26 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:37 PIBZ 11/03/2021 3

11:37

[TAD0018] Aula 08 - Processamento Digital de Imagens

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

### Filtro passa-baixa: Linear

Exemplos de aplicações de filtros de média:

27

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

Slide 27 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:37 PIBZ 11/03/2021 3

11:37

2:12:48 / 2:58:01

Como isso dá nove?

Filtro passa-baixa: Linear

- Exemplos de aplicações de filtros de média:

○  $7 \times 7$  =

○  $9 \times 9$  =

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

28

É linear pq em todos os pixels vão ser afetados da mesma forma, em forma linear, faz uma media de todo mundo e afeta o ponto.

Filtro passa-baixa: Não Linear

- São filtros cujas **respostas** se baseiam na **ordenação dos pixels** contidos na área da imagem coberta pelo filtro.
- O mais conhecido é o **filtro de mediana**, que substitui o valor de um pixel pela mediana dos valores da vizinhança.
- São particularmente eficazes para a **redução de ruído impulsivo** (sal e pimenta).
- A mediana  $E$  de um conjunto de valores é um valor tal que **metade** dos valores do conjunto é **menor** que ele e a outra **metade** é **maior**.
- Ex: vizinhança = 10,23,20,20,15,24,24,25,100;  $E = 23$ .
- Para realizar a filtragem, **ordena-se** os valores dos pixels da vizinhança, **calcula-se** a mediana e **atribui-se** ao pixel central.

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

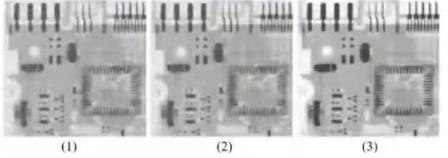
29

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Passa-baixa linear x não linear

Exemplos:



(1) (2) (3)

- 1 Imagem de raios-X de circuito impresso corrompido por ruído sal-e-pimenta.
- 2 Redução do ruído com uma máscara de média 3x3.
- 3 Redução do ruído com uma máscara de mediana 3x3.

Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 31

Slide 31 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:52 PTB2 11/03/2021 76% 11:52

MERCIANA MOURA vitinho carvalho Alessandra Mendes ANDERSON HOLANDA LUAN BARROS 11:52

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtros passa-alta

Objetivos:

- 1 Atenuam ou eliminam as baixas frequências, realçando as altas frequências.
- 2 Usados para realçar os detalhes na imagem (intensificação, aguçamento ou “sharpening”).
- 3 Destacam características como bordas, linhas, curvas e manchas.
- 4 Tornam mais nitidas as transições entre regiões diferentes (como os contornos), realçando o contraste.
- 5 A máscara deve ter pesos cuja soma seja igual a zero.
- 6 Filtros Laplaciano, máscara de nitidez e filtragem alto-reforço (*high-boost*).

Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 32

Slide 32 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:52 PTB2 11/03/2021 76% 11:52

MERCIANA MOURA vitinho carvalho Alessandra Mendes ANDERSON HOLANDA LUAN BARROS 11:52

O passa baixa suaviza

O passa alta aumenta a nitidez, aumenta a distância entre as intensidades. Realça as grandes intensidades em detrimento das menores

PDI - Aula 8 - PowerPoint

## Filtro passa-alta: Laplaciano

- ▶ É um filtro linear e isotrópico
  - ▶ A resposta independe da direção das descontinuidades da imagem à qual o filtro é aplicado, ou seja, aplicar o filtro e rotacionar a imagem produz o mesmo resultado que rotacionar a imagem e aplicar o filtro.
- ▶ É um operador diferencial
  - ▶ Realça as descontinuidades de intensidade e atenua as regiões com níveis de intensidade de variação mais suave;
  - ▶ Produz uma imagem na qual as descontinuidades aparecerão em níveis de cinza e o fundo escuro e uniforme.
  - ▶ Adicionando-se a imagem laplaciana à original, recupera-se o fundo (cuidado com o sinal).

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

33

Slide 33 de 48 | Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar

Anotações Comentários

POR 11:55 PTBZ 11/03/2021

11:55

PDI - Aula 8 - PowerPoint

## Filtro passa-alta: Laplaciano

- ▶ Máscaras de filtragem usadas para implementar o laplaciano.

0	1	0	0	-1	0
1	-4	1	-1	4	-1
0	1	0	0	-1	0
- ▶ Máscaras utilizadas para implementar uma extensão do laplaciano, incluindo as diagonais.

1	1	1	-1	-1	-1
1	-8	1	-1	8	-1
1	1	1	-1	-1	-1

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

34

Slide 34 de 48 | Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar

Anotações Comentários

POR 11:56 PTBZ 11/03/2021

11:56

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Filtro passa-alta: Laplaciano

- É importante levar em consideração qual a definição de laplaciano que está sendo utilizada:
- Máscara com **centro negativo**:  $c = -1$ ;
- Máscara com **centro positivo**:  $c = 1$ .

$$g(x,y) = f(x,y) + c[\nabla^2 f(x,y)]$$

Onde  $f(x,y)$  e  $g(x,y)$  são as imagens de entrada e saída  $c$  é uma constante.

- Uma forma típica de ajustar a escala de uma imagem **laplaciana** é somar seu valor mínimo a ela para levar o novo mínimo a zero e ajustar o resultado para o intervalo total de intensidades [0 – 255].

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

Slide 35 de 48 | Português (Brasil)

Digitate aqui para pesquisar

11:57 11/03/2021

Minutas

35

MERCIANA MOURA  
vitinho carvalho  
Alessandra Mendes  
ANDERSON HOLANDA  
LUAN BARROS

11:57

PDI - Aula 8 - PowerPoint

Alessandra Mendes

Filtros passa-alta: Laplaciano

- Exemplos:

1. Imagem Original
2. Imagem suavizada (média)
3. Imagem laplaciana (filtro  $[-1 \ -1 \ -1; \ -1 \ 8 \ -1; \ -1 \ -1 \ -1]$ )
4. Imagem laplaciana ajustada
5. Imagem final

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

Slide 36 de 48 | Português (Brasil)

Digitate aqui para pesquisar

11:58 11/03/2021

Minutas

36

MERCIANA MOURA  
vitinho carvalho  
Alessandra Mendes  
ANDERSON HOLANDA  
LUAN BARROS

11:58

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-alta: máscara de nitidez e filtragem alto-reforço (*high-boost*)

- » Consiste em subtrair uma versão não nítida (borrada, suavizada) de uma imagem da sua imagem original;
- » Este processo é chamado de **máscara de nitidez** (*unsharp mask*) e consiste em:
  - » **Borrar** a imagem original;
  - » **Subtrair** a imagem borrada (suavizada) da original (o resultado é chamado de máscara);
  - » **Somar** a máscara à imagem original.

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 37

Slide 37 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 11:59 PTBZ 11/03/2021 24 11:59

MERCIANA MOURA vitinho carvalho Alessandra Mendes ANDERSON HOLANDA LUAN BARROS 24 12:00 11:59

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-alta: máscara de nitidez e filtragem alto-reforço (*high-boost*)

- » Exemplo:

1. Imagem original
2. Imagem borrada
3. Máscara de nitidez
4. Resultado da aplicação da máscara de nitidez com  $k = 1$
5. Resultado do alto-reforço com  $k > 1$  ( $k=4.5$ )

(1) DIP-XE

(2) DIP-XE

(3) DIP-XE

(4) DIP-XE

(5) DIP-XE

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 40

Slide 40 de 48 Português (Brasil)

Digite aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 12:00 PTBZ 11/03/2021 23 12:00

MERCIANA MOURA vitinho carvalho Alessandra Mendes ANDERSON HOLANDA LUAN BARROS 23 12:00

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-alta: máscara de nitidez e filtragem alto-reforço (*high-boost*)

- » Máscara de nitidez:
  - » Considerando a imagem borrada como  $\tilde{f}(x, y)$
  - » A máscara de nitidez é expressa como:
 
$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - \tilde{f}(x, y)$$
  - » Em seguida é adicionada uma porção ponderada da máscara à imagem original
 
$$g(x, y) = f(x, y) + k \cdot g_{mask}(x, y)$$
  - » onde um peso  $k$  positivo foi incluído para generalização:
    - » Se  $k = 1$ , tem-se a máscara de nitidez definida anteriormente;
    - » Se  $k > 1$ , o processo é referido como filtragem *high-boost*;
    - » Se  $k < 1$ , atenua-se a contribuição da máscara.

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 38

Slide 38 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 12:02 PTBZ 11/03/2021 38 12:02

MERCIANA MOURA vitinho carvalho Alessandra Mendes ANDERSON HOLANDA LUAN BARROS

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Filtro passa-alta: máscara de nitidez e filtragem alto-reforço (*high-boost*)

- » Ilustração 1D do mecanismo de máscara de nitidez:
  1. Sinal original
  2. Sinal borrado com o original mostrado em pontilhado
  3. Máscara de nitidez
  4. Sinal realçado obtido somando 3 a 1.

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 39

Slide 39 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 12:06 PTBZ 11/03/2021 39 12:06

GUSTAVO FONSECA vitinho carvalho Alessandra Mendes MILLER ROCHA DAVI ALMEIDA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes

## Filtro passa-alta

- Observações:

$\text{Original Image} * \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} = \text{Result}$

Normalized

$\text{Original Image} * \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} / 9 = \text{Result}$

► Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 41

Slide 41 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 12:09 PTB2 11/03/2021 12:09

GUSTAVO FONSECA vitinho carvalho Alessandra Mendes MILLER ROCHA DAVI ALMEIDA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes

## Filtros Derivativos

- Detectam **bordas** em todas as direções;
- São muito **sensíveis** (detectam) ruidos e pequenos detalhes.
- Filtros de **primeira derivada**: o operador de primeira ordem mais comum é o Gradiente.
  - A força da Borda (*edge strength*) é dada pela Magnitude do Gradiente.
- Exemplos de operadores de Gradiente
  - Prewitt, Sobel.

► Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 42

Slide 42 de 48 Português (Brasil) Anotações Comentários POR 12:09 PTB2 11/03/2021 12:09

GUSTAVO FONSECA vitinho carvalho Alessandra Mendes MILLER ROCHA DAVI ALMEIDA

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Miníaturas

## Filtros Derivativos

### Operador de Prewitt

Bordas Horizontais

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Bordas Verticais

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Bordas Diagonais

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 43

Slide 43 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 12:10 PTBZ 11/03/2021 12:10

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Miníaturas

## Filtros Derivativos

### Operador de Prewitt

$h_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

$h_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

▶ Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 44

Slide 44 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 12:10 PTBZ 11/03/2021 12:10

PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Minutas

Filtros Derivativos

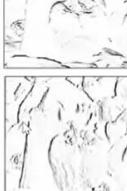
► Operador de **Prewitt**



$$h_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



$$h_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



► Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 44

Slide 44 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 12:12 PTBZ 11/03/2021 76% 12:12

GUSTAVO FONSECA vitinho carvalho Alessandra Mendes MILLER ROCHA LUAN BARROS 12:12

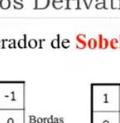
PDI - Aula 8 - PowerPoint Alessandra Mendes Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Arquivo Página Inicial Inserir Desenhar Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibir Ajuda Acrobat Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Minutas

Filtros Derivativos

► Operador de **Sobel**



-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Bordas Horizontais

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

0	-1	-2
1	0	-1
2	1	0

Bordas Diagonais

0	1	2
-1	0	1
-2	-1	0

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Bordas Verticais

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

2	1	0
1	0	-1
0	-1	-2

► Profa. Alessandra Mendes - UFRN/EAJ/TADS/PDI 45

Slide 45 de 48 Português (Brasil) Digitie aqui para pesquisar Anotações Comentários POR 12:14 PTBZ 11/03/2021 76% 12:14

GUSTAVO FONSECA vitinho carvalho Alessandra Mendes MILLER ROCHA LUAN BARROS 12:14



[https://www.youtube.com/watch?v=7Ag1ESOg-  
xs&list=PLkHLOFXuBa2UZXcZAbzBGGV5Y33phiLKI&index=9](https://www.youtube.com/watch?v=7Ag1ESOg-xs&list=PLkHLOFXuBa2UZXcZAbzBGGV5Y33phiLKI&index=9)