

INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens

Aula 09 - Filtros no domínio espacial - Cont.

Horacio E. Fortunato

Instituto de Informática
Universidade Federal de Rio Grande do Sul
Porto Alegre - RS

hefortunato@inf.ufrgs.br

Link do curso: <http://www.inf.ufrgs.br/~hefortunato/cursos/INF01046>
Adaptado de slides do Prof. Manuel Menezes de Oliveira Neto (INF-UFRGS)

16 de setembro de 2009



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 1 / 24

Processamento Digital de Imagens - Nesta disciplina

Sensores e Aquisição de Imagens



- Sistema visual Humano
- Modalidade de Imagens
- Câmeras Digitais

Processamento para a interpretação humana



- Realce de Imagens:
 - Processamento de histograma
 - Filtragem espacial
 - Filtragem no domínio da frequência
- Restauração de Imagens:
 - Remoção de ruído
 - Remoção de borramento
- Espaços de Cores
- Imagens em Alta Faixa Dinâmica

Percepção por máquina



- Detecção de linhas e bordas
- Limiarização
- Segmentação

Armazenamento e Comunicação



- Compressão de Imagens



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 2 / 24

Filtros de aguçamento no domínio espacial

- Utilizados para
 - Realçar detalhes finos
 - Realçar detalhes borrados por erro ou na aquisição
- Campos de aplicação:
 - Impressão eletrônica
 - realce de imagens médicas
 - Pre-processamento em sistemas de inspeção industrial
 - Guia automática de sistemas militares



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 3 / 24

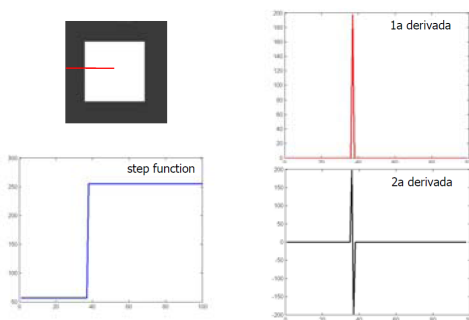
Filtros de aguçamento por derivadas

- A média dos vizinhos de um pixel tende a borrar os detalhes e consiste na "integral" da imagem na região vizinha do pixel.
- Pode esperar-se que o aguçamento dos detalhes esteja relacionado com as "derivadas da imagem" em cada pixel.
- Na prática, é utilizado o conceito de derivadas para construir filtros de aguçamento



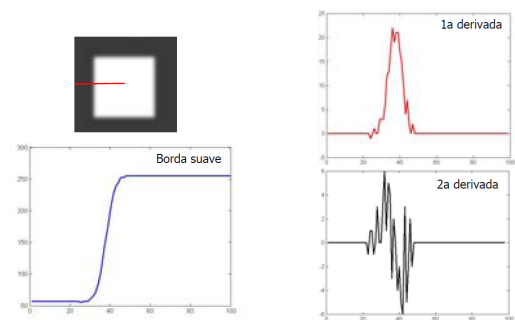
Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 4 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas



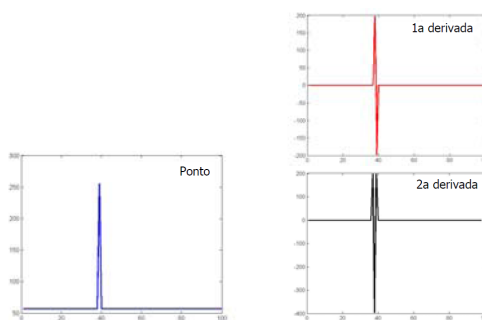
Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 5 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas



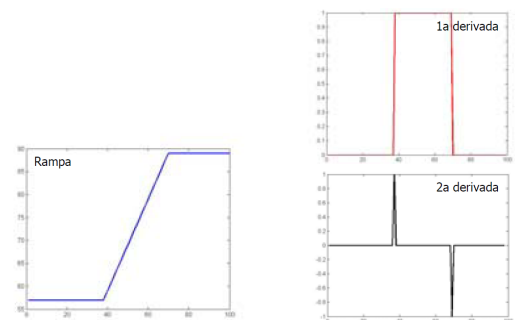
Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 6 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 7 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 8 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas

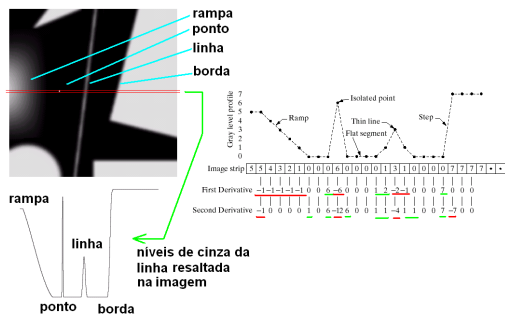


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2 ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 9 / 24

Derivadas de 1ª Ordem

- Derivadas de funções discretas são obtidas por meio de diferenças finitas
- As derivadas parciais de 1ª ordem são obtidas como

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x+1, y) - f(x, y)}{h} = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 11 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas - Comparação

- Derivada primeira: melhor para detecção de bordas
 - bordas mais largas
 - maior resposta a degraus
- Derivada segunda: melhor para realce de imagens (detalhes finos)
 - melhor resposta a detalhes finos
 - resposta dupla a degraus
 - melhor resposta a linhas que a degraus



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 13 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas - Laplaciano

- As direções diagonais também podem ser incorporadas de maneira análoga, resultando em

$$\nabla^2 f(x, y) = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + [f(x+1, y+1) + f(x-1, y-1) + f(x+1, y-1) + f(x-1, y+1)] - 4f(x, y)$$

- Implementado pelos kernels

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ ou } \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 15 / 24

Valores da 1ª e 2ª Derivadas

- Zero em regiões com valores constantes
 - Regiões de baixas frequências
- Diferente de zero em pontos de transição bruscas
 - Locais de altas frequências
- Quando os tons variam de modo constante (rampa)
 - 1ª derivada diferente de zero
 - 2ª derivada igual a zero
- 1ª e 2ª derivadas podem ser utilizadas para detecção de bordas
- A 2ª derivada é mais utilizada



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 10 / 24

Derivadas de 2ª Ordem

- As derivadas de 2ª ordem são então obtidas como

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} = \frac{\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} - \frac{\partial f(x-1, y)}{\partial x}}{h} = \frac{(f(x+1, y) - f(x, y)) - (f(x, y) - f(x-1, y))}{h^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y) \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y) \quad (2)$$



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 12 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas - Laplaciano

- Operador isotrópico para detecção de arestas

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2}$$

- Substituindo-se (1) e (2) na expressão acima tem-se:

$$\nabla^2 f(x, y) = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$$

- Implementado pelos kernels

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ ou } \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$



Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 14 / 24

Filtros de aguçamento - Laplaciano

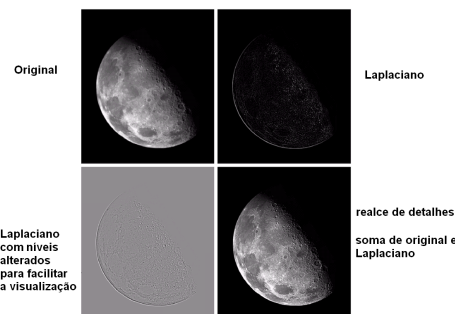


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2 ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 16 / 24

Filtros de aguçamento - Laplaciano

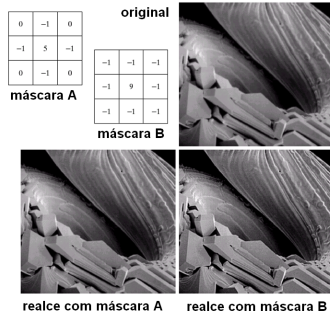


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 17 / 24

Filtros de aguçamento - High boost

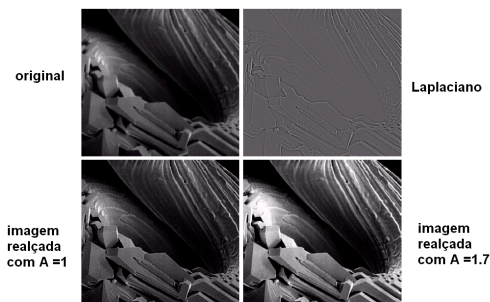


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 19 / 24

Filtros de aguçamento - Gradiente

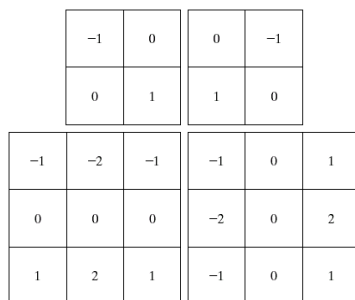


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 21 / 24

Filtros de aguçamento - Combinação de técnicas

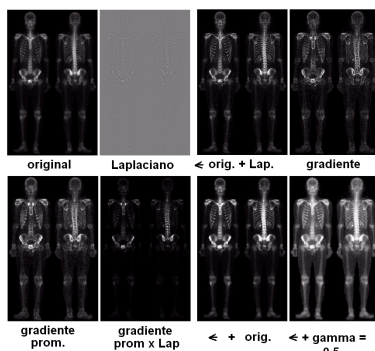


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 23 / 24

Filtros de aguçamento - High boost

- Enfatiza as altas frequências
- $A > 1$: Laplaciano + uma versão escalada da imagem original
- Recomendado se a imagem original é mais escura que o desejado

Mascaras para filtros high-boost:

0	-1	0	-1	-1	-1
-1	$A + 4$	-1	-1	$A + 8$	-1
0	-1	0	-1	-1	-1

Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 18 / 24

Filtros de aguçamento por derivadas - Gradiente

- Gradiente de uma imagem $f(x,y)$ em (x,y)

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \partial f / \partial x \\ \partial f / \partial y \end{bmatrix} \quad \nabla f = \text{mag}(\nabla f) = \left[G_x^2 + G_y^2 \right]^{1/2}$$

$$\Theta = \arctan(G_x / G_y)$$

- Gradiente aproximado por diferenças centrais

$$G_x(x,y) \approx f(x+1, y) - f(x-1, y)$$

$$G_y(x,y) \approx f(x, y+1) - f(x, y-1)$$

- Por questões de desempenho

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

- Somando-se 127 ao valor de cada pixel, cria efeito de "embossing"

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 20 / 24

Filtros de aguçamento - Gradiente

Lente de contato

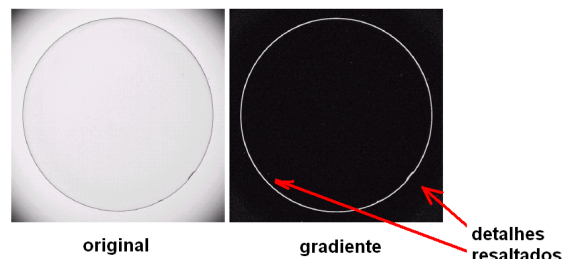


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 22 / 24

Processamento Digital de Imagens - Tarefas

Tarefas Acumuladas:

- Leia o Capítulo 1 (aula 01) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Leia o Capítulo 2 (aulas 02, 04) do Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Faça os exercícios do Capítulo 2 do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Leia as seções 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 do Capítulo 3 (aulas 05, 06, 07 e 08) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Faça os exercícios do Capítulo 3, (Problemas 3.1 até 3.24) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Estude as seções 1, 2 e 3 do tutorial do MATLAB
http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf

Tarefas Novas:

- Leia as seções 3.7 e 3.8 do Capítulo 3 (aula 09) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Faça os exercícios do Capítulo 3, (Problemas 3.25 até 3.29) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)

Nota Importante: No livro Gonzalez, R. & Woods em português os capítulos possuem número diferente

Livro Gonzalez, R. & Woods 2ª Ed. (em Inglês): Gonzalez, R. & Woods, R. Digital Image Processing 2ª Ed. Prentice Hall, 2002.

Link do curso: <http://www.inf.ufrgs.br/~hefortunato/cursos/INF01046>

Horacio E. Fortunato (UFRGS) INF01046 - Fundamentos de Processamento de Imagens 16 de setembro de 2009 24 / 24