

INF01046 – Fundamentos de processamento de imagens

Aula 17 – Restauração

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>

2º semestre de 2009



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Processamento Digital de Imagens - Nesta disciplina

Sensores e Aquisição de Imagens



- Sistema visual Humano
- Modalidade de Imagens
- Câmeras Digitais

Processamento para a interpretação humana



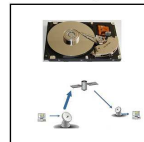
- Realce de Imagens:
 - Processamento de histograma
 - Filtragem espacial
 - Filtragem no domínio da frequência
- Restauração de Imagens:
 - Remoção de ruído
 - Remoção de borrramento
- Espaços de Cores
- Imagens em Alta Faixa Dinâmica

Percepção por máquina



- Detecção de linhas e bordas
- Limiarização
- Segmentação

Armazenamento e Comunicação



- Compressão de Imagens



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Remoção de ruído aditivo (Cont.)

Continuamos o tratamento da restauração de imagens com ruído aditivo:

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

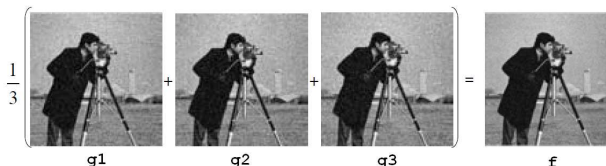


Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Média de múltiplas imagens

Média de múltiplas imagens com ruído aditivo decorrelacionado de media zero.
A media é pixel por pixel, não utiliza mascaras.

$$f'(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(x, y)$$



$$f(x, y) = \frac{1}{3} (g_1(x, y) + g_2(x, y) + g_3(x, y))$$



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtros adaptativos

Os filtros estudados, são aplicados a toda a imagem sem fazer um análise local.

- Uma variante que pode melhorar o resultado é aplicar o filtro somente nas regiões da imagem de baixa dispersão tentando preservar as bordas dos objetos.
- A dispersão dos tons de cinza em uma vizinhança de cada pixel é comparada com a dispersão do ruído, e sendo similares o filtro é aplicado.

Para o filtro da mediana, um filtro adaptativo pode utilizar janelas de tamanho variável.

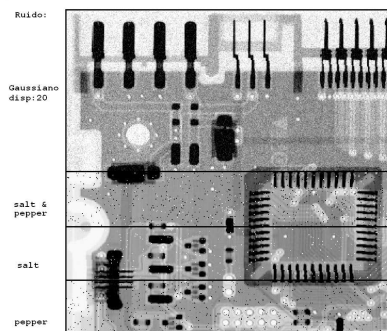
Para cada pixel o algoritmo inicia com uma janela pequena e vai se aumentando o tamanho se o valor do pixel selecionado fica muito próximo do valor do máximo ou mínimo da lista. Não tendo sucesso após um numero predeterminado de iterações, o filtro não é utilizado nesse pixel.



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Comparação de filtros no domínio espacial

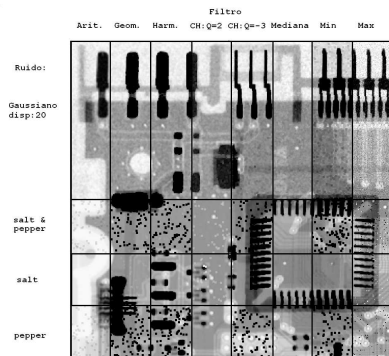
Imagem sem filtrar:



Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Comparação de filtros no domínio espacial

Imagem filtrada:



inf

Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Comparação de filtros no domínio espacial

Ruído salt & pepper:

	Aritmético	Geométrico	Harmônico	Contra-Harmônico $Q > 0$	Contra-Harmônico $Q < 0$	Mediana
Salt	~	OK	OK	NO	OK	OK
Pepper	~	NO	NO	OK	NO	OK

inf

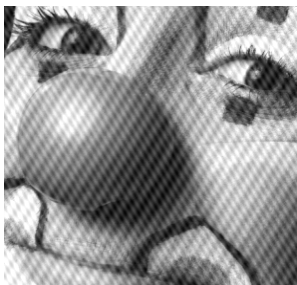
Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtros no domínio da frequência

Se a imagem original é degradada pela adição de um ruído periódico

$$G(u,v) = F(u,v) + N(u,v)$$

Pode ser conveniente remover o ruído utilizando filtros no domínio da frequência.



inf

Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtro rejeita-faixa

Filtro no domínio da frequência que elimina uma faixa de frequências.

Fórmulas dos filtros Ideal, Butterworth e Gaussiano para uma faixa de frequências centrada em D_0 e largura W :

Ideal:

$$H_{RF}(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(u,v) < D_0 - \frac{W}{2} \\ 0 & \text{if } D_0 - \frac{W}{2} \leq D(u,v) \leq D_0 + \frac{W}{2} \\ 1 & \text{if } D(u,v) > D_0 + \frac{W}{2} \end{cases}$$

Butterworth:

$$H_{RF}(u,v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u,v) \cdot W}{D(u,v)^2 - D_0^2} \right]^{2n}}$$

Gaussiano:

$$H_{RF}(u,v) = 1 - e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{D(u,v)^2 - D_0^2}{D(u,v) \cdot W} \right]^2}$$

inf

Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtro rejeita-faixa



FIGURE 5.15 From left to right, perspective plots of ideal, Butterworth (of order 1), and Gaussian bandreject filters.

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

inf

Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtro rejeita-faixa

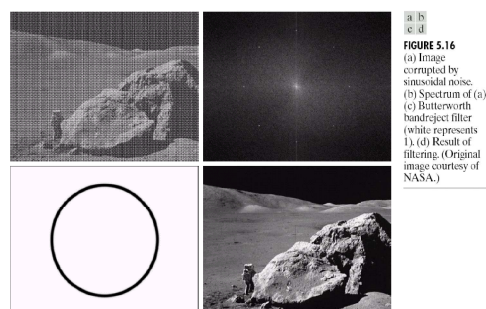


FIGURE 5.16 (a) Image corrupted by sinusoidal noise. (b) Spectrum of (a). (c) Butterworth bandreject filter (white represents 1). (d) Result of filtering. (Original image courtesy of NASA.)

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

inf

Horacio E. Fortunato (UFRGS)

Filtro passa-faixa

Filtro no domínio da frequência que elimina as frequências fora de uma faixa.

A expressão destes filtros pode ser obtida dos filtros rejeita faixa correspondentes:

$$H_{PF}(u, v) = 1 - H_{RF}(u, v)$$



Filtro passa-faixa

FIGURE 5.17
Noise pattern of the image in Fig. 5.16(a) obtained by bandpass filtering.

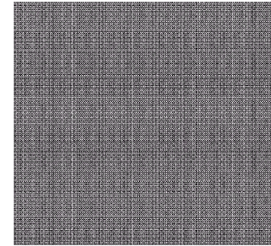


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.



Notch Filter

- Filtro no domínio da frequência que elimina as frequências na vizinhança de uma frequência determinada
- Devem aparecer em pares simétricos em relação ao origem de frequências.
- Combinando notch filters podem ser removidas regiões arbitrárias do espectro de frequências.

$$\text{Ideal: } H(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{se } D_1(u, v) < D_0 \text{ ou } D_2(u, v) < D_0 \\ 0 & \text{senão} \end{cases}$$

Butterworth:

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D_0^2}{D_1(u, v) \cdot D_2(u, v)} \right]^n}$$

Gaussiano:

$$H(u, v) = 1 - e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{D_1(u, v) \cdot D_2(u, v)}{D_0^2} \right]}$$

Onde

$$D_1(u, v) = [(u - M/2 - u_0)^2 + (v - N/2 - v_0)^2]^{1/2} \text{ e } D_2(u, v) = [(u - M/2 + u_0)^2 + (v - N/2 + v_0)^2]^{1/2}$$



Notch Filter

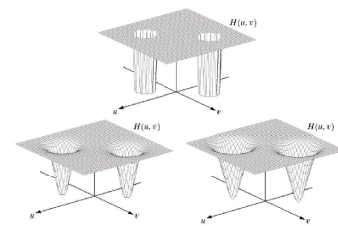


FIGURE 5.18 Perspective plots of (a) ideal, (b) Butterworth (of order 2), and (c) Gaussian notch (reject) filters.

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



Notch Filter

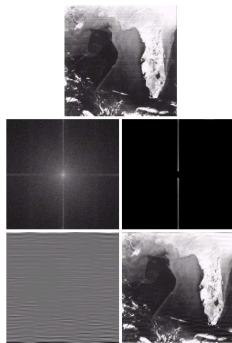


Imagem extraída do livro: Digital image processing 2ed, Gonzales e woods.



Processamento Digital de Imagens - Tarefas

Tarefas Novas:

- Leia as seções 5.3 a 5.4 do Capítulo 5 (aula 17) do livro Gonzalez, R. & Woods 2da Ed. (em Inglês)
- Faça os exercícios 5.1 a 5.13 do do Capítulo 5 (aula 17) 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>

