

Processamento de Imagem: Operações espaciais

Processamento Digital de Sinal II

Paulo Marques e Artur Jorge
(Setembro/2003)

Operações Espaciais

- Objectivo: enaltecimento de imagem
- Operações espaciais realizadas na vizinhança do *pixel* de entrada
- A imagem é convolucionada com um FIR denominado máscara espacial

Média Espacial

- Cada *pixel* é substituído pela média ponderada dos *pixel* vizinhos:

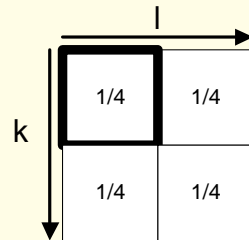
$$v(m,n) = \sum_{(k,l) \in w} a(k,l) y(m-k, n-l)$$

- $y(m,n)$ é a imagem a processar
- $v(m,n)$ refere-se à imagem resultante
- $a(k,l)$ é a resposta impulsional do filtro 2D
- w define elementos pertencentes à máscara espacial (window)

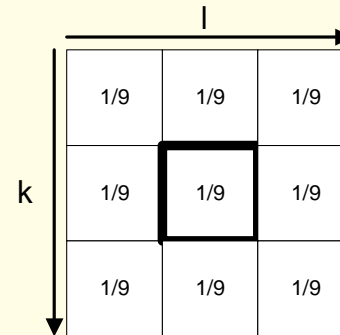
Média Espacial (cont)

Uma classe comum de filtros de media espacial tem os coeficientes iguais:

$$v(m,n) = \frac{1}{N_w} \sum_{(k,l) \in w} y(m-k, n-l)$$



janela de 2x2

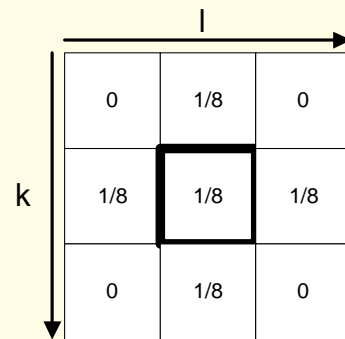


janela de 3x3

Média Ponderada

Média ponderada é outra forma de filtragem espacial

$$v(m,n) = \frac{1}{2} \left\{ y(m,n) + \frac{1}{4} [y(m-1,n) + y(m+1,n) + y(m,n-1) + y(m,n+1)] \right\}$$



Filtragem passa-baixo

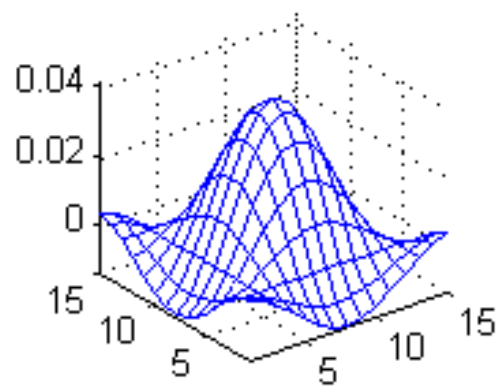
Original Saturn Image



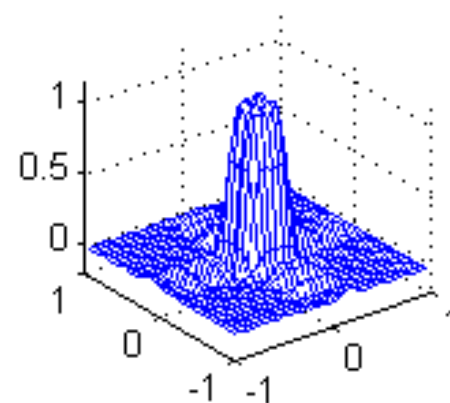
Filtered Image



Filter Coefficients



Frequency Response



Apply Filter

Select an Image:

Saturn

Type of filter:

lowpass

Window method:

Bartlett

Cutoff:

0.2

Order:

15

Design Method:

fsamp2

fwind1

fwind2

ftrans2

Info

Close

Filtragem passa-baixo (cont)

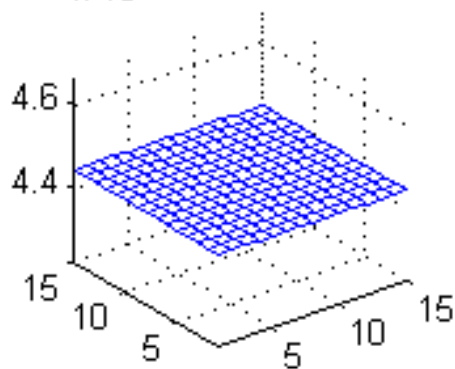
Original Saturn Image



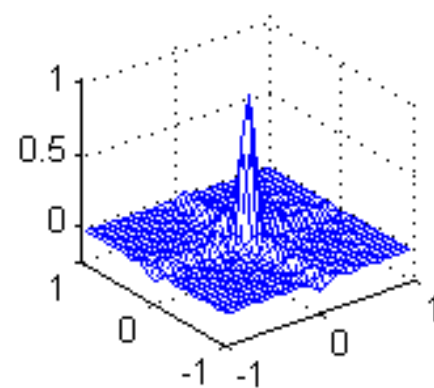
Filtered Image



Filter Coefficients



Frequency Response



Apply Filter

Select an Image:

Saturn

Type of filter:

lowpass

Window method:

Bartlett

Cutoff:

0.1

Order:

15

Design Method:

fsamp2

fwind1

fwind2

ftrans2

Info

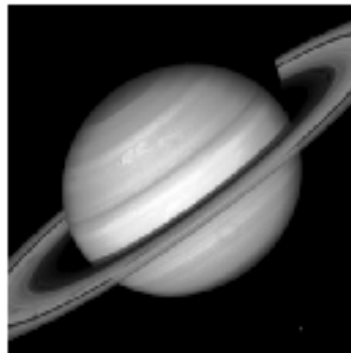
Close

Filtros passa-alto e passa-banda

- Se a operação média espacial é equivalente a efectuar filtragem passa-baixo...
- Como efectuar filtros passa-alto e passa banda?

Filtragem passa-alto

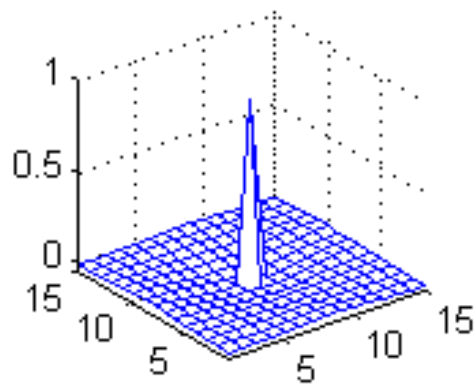
Original Saturn Image



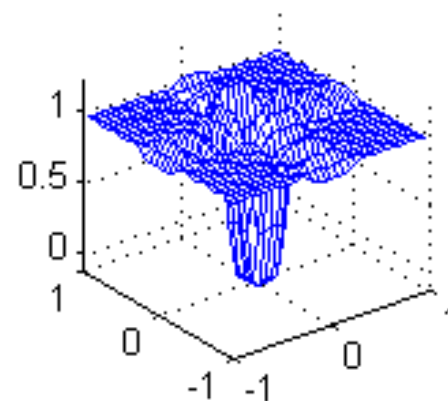
Filtered Image



Filter Coefficients



Frequency Response



Apply Filter

Press 'Apply Filter' to filter the image.

Select an Image:

Saturn

Type of filter:

highpass

Window method:

Bartlett

Cutoff:

0.2

Order:

15

Design Method:

feamp2

fwind1

fwind2

ftrans2

Info

Close

Filtragem passa-alto (cont)

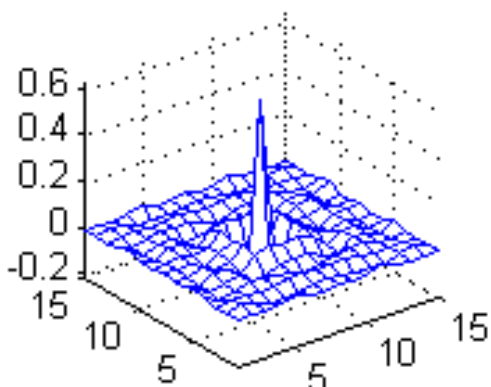
Original Saturn Image



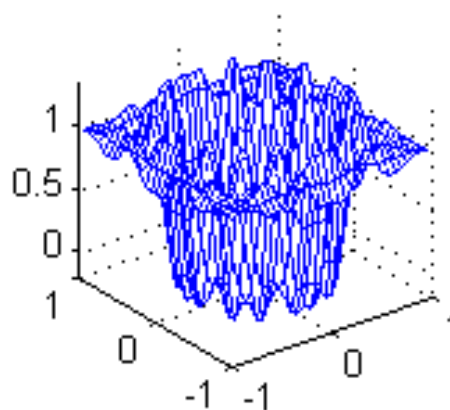
Filtered Image



Filter Coefficients



Frequency Response



Apply Filter

Press 'Apply Filter' to filter the image.

Select an Image:

Saturn

Type of filter:

highpass

Window method:

Bartlett

Cutoff: 0.7

Order: 15

Design Method:

fsamp2

fwind1

fwind2

ftrans2

Info

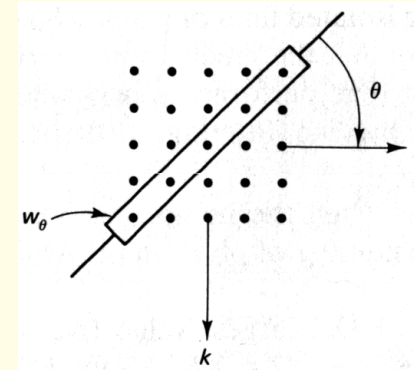
Close

Alisamento Direccional

- Usado para proteger as transições abruptas de esborratar enquanto se consegue uma redução do ruído.

Para várias direcções calcula-se:

$$y(m, n; \theta) = \frac{1}{N_\theta} \sum_{(k, l) \in w_\theta} x(m - k, n - l)$$



escolhe-se a direcção segundo a qual se minimiza a diferença:

$$\left| y(m, n; \theta^*) - x(m, n) \right|$$

A imagem resultante será

$$y(m, n) = y(m, n; \theta^*)$$

Filtro de Mediana

- Ordenam-se os pixel pertencentes à janela por ordem crescente escolhendo-se o valor central.
- Se o número de pontos for par escolhe-se a média dos valores centrais.

$$v(m, n) = \text{mediana}\{y(m - k, n - l), (k, l) \in W\}$$

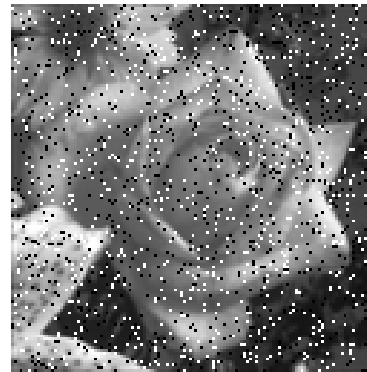
- Filtro de mediana realiza uma operação não linear
- Útil para remover pontos isolados
- Mantém-se a resolução espacial

Filtro de média

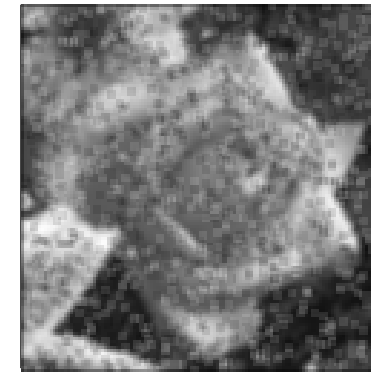
Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image:

Image Noise Type:

Noise Removal Filter:

Density:

Filtering Neighborhood:

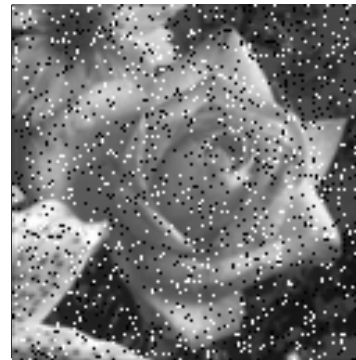


Filtro de mediana

Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image: Image Noise Type: Noise Removal Filter:

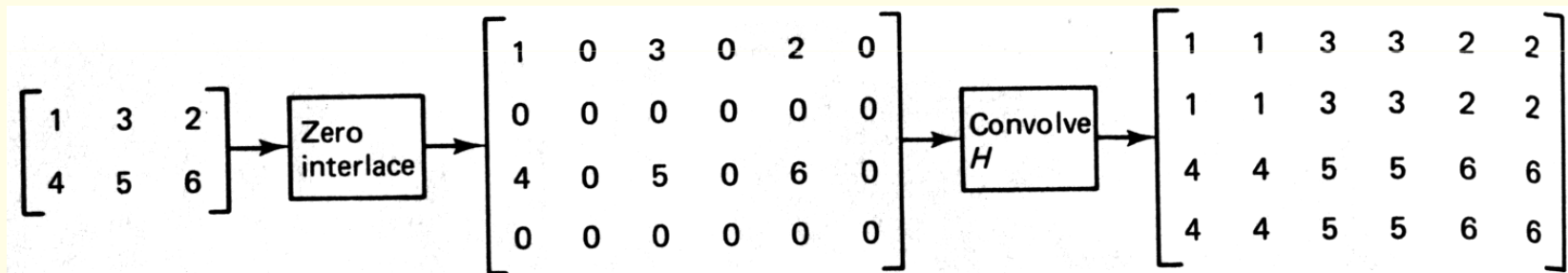
Density: Filtering Neighborhood:



Ampliação de Imagem - ZOOM

•Replicação:

1. replica-se cada pixel ao longo duma linha
2. repete-se cada linha

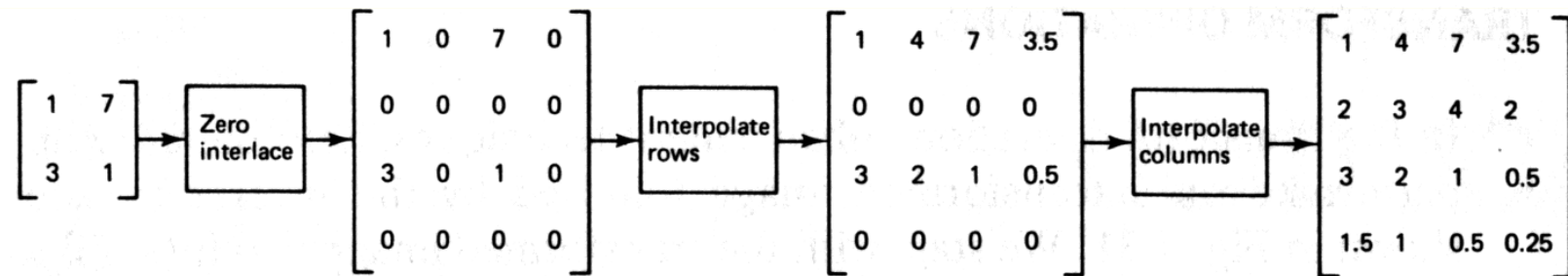


É o equivalente a partir duma imagem de $M \times N$ interlaça-la de linhas e colunas de zeros, obtendo uma imagem de $2M \times 2N$. Convoluciona-se de seguida com $H = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$

Ampliação de Imagem - ZOOM

- Interpolação linear:

1. interlaça-se a imagem com zeros
2. efectua-se a interpolação em linhas
3. realiza-se a interpolação em colunas



É o mesmo que convolucionar com $H = [1/4 \ 1/2 \ 1/4; 1/2 \ 1 \ 1/2; 1/4 \ 1/2 \ 1/4]$ a imagem interlaçada com zeros.

Igualização de Histogramas

- **Objectivo:** obter histograma com distribuição uniforme

Sendo o valor de cada pixel $u \geq 0$

com f.d.p $p_u(u)$ e função cumulativa $F_U(u) \stackrel{\Delta}{=} P[U \leq u]$

$$v = F_U(u) = \int_0^u p_U(u) du$$

terá distribuição uniforme entre 0 e 1

Igualização de Histogramas (cont)

Se a entrada \mathbf{u} tem \mathbf{L} níveis $p_u(x_i) = \frac{h(x_i)}{\sum_{i=0}^{L-1} h(x_i)}$, $i=0,1,\dots,L-1$

A saída v' é assumida como tendo \mathbf{L} níveis e é calculada por:

$$v' = \text{int} \left[\frac{v - v_{\min}}{1 - v_{\min}} (L - 1) + 0.5 \right]$$

em que v é calculado por $v = \sum_{x_i=0}^u p_U(x_i)$

v' terá distribuição aproximadamente uniforme.

Igualização de histogramas

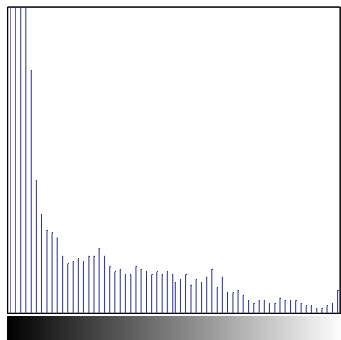
Select an Image:
Tire



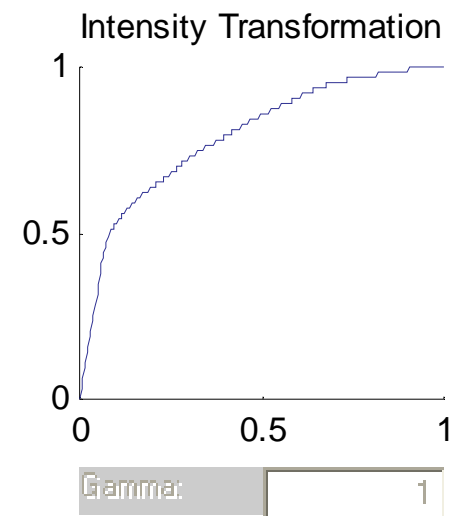
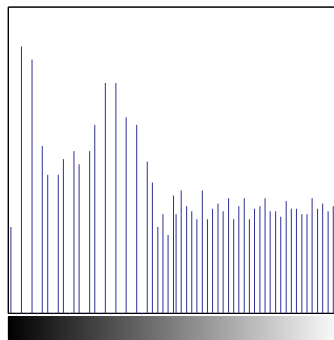
Equalized Image



Histogram



Histogram



Operations:

Histogram Equalization

+ Brightness

- Brightness

+ Contrast

- Contrast

+ Gamma

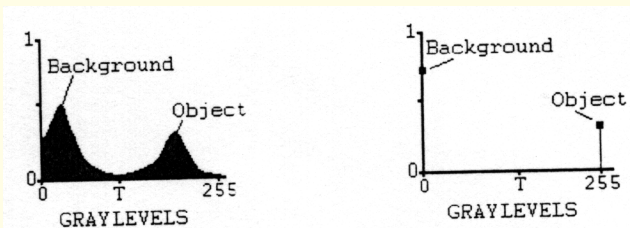
- Gamma

Info

Close

Binarização de Imagem

Em muitas aplicações é desejável colocar o objecto com um determinado nível de cinzento e o fundo com outro: **Imagem Binária**



$$\text{função: } g(x, y) = \begin{cases} 255 & f(x, y) > T \\ 0 & f(x, y) \leq T \end{cases}$$



Dificuldade: escolha do nível óptimo de decisão