



Aula 5

(non-linear and homomorphic filters)

**Melhoria de imagens por
filtragens:
Não lineares simples e
homomórficas.**

Análise de Imagens - 2015

Aura Conci

Classificação dos filtros

- **Domínio ou espaço em que atuam:**
 - da **freqüência** ou **espacial**.
- **Linearidade:**
 - lineares ou invertíveis ou
 - não lineares.
- **Forma de aplicação:** separáveis, adaptativos; globais; janelados ou locais.

Filtragem no Domínio Espacial

Tipo de alteração ou efeito:

- passa ou elimina **baixas** freqüências;
- passa ou elimina **altas** freqüências; e
- passa ou elimina **faixas** de freqüências.

Tipo de Efeito:

- suavização;
- contraste;
- efeito simultâneos

Filtros Passa Baixa – Filtros de Suavização

Filtros Passa-Alta - Acentuação contrastes

Filtro alto reforço , Unshap masking, homomorficos - Efeito simultâneos

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 kernels ou pesos.

$$g(x_i, y_i) = T [f(x_i, y_i)]$$

Onde:

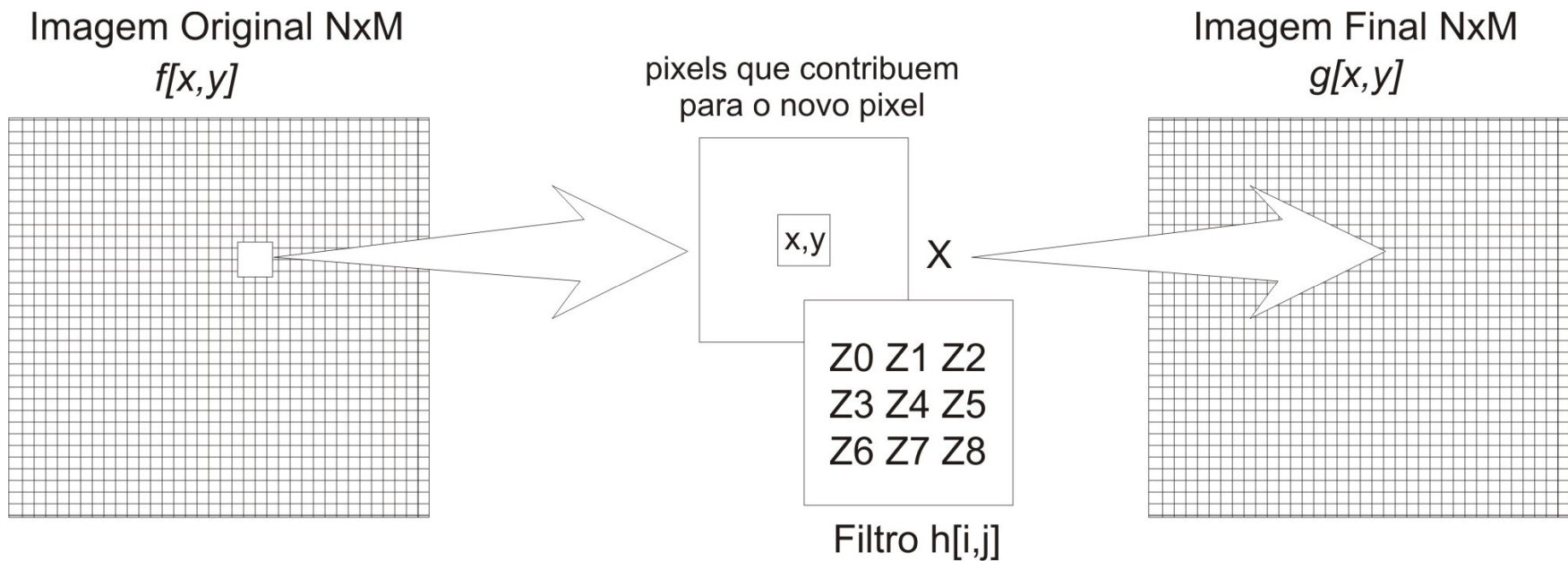
$f(x_i, y_i)$ é a imagem de entrada a ser filtrada,

$g(x_i, y_i)$ é a imagem na saída, processada, e,

T é um operador sobre f , definido em alguma vizinhança do *pixel* de posição (x_i, y_i) .

Convolução:

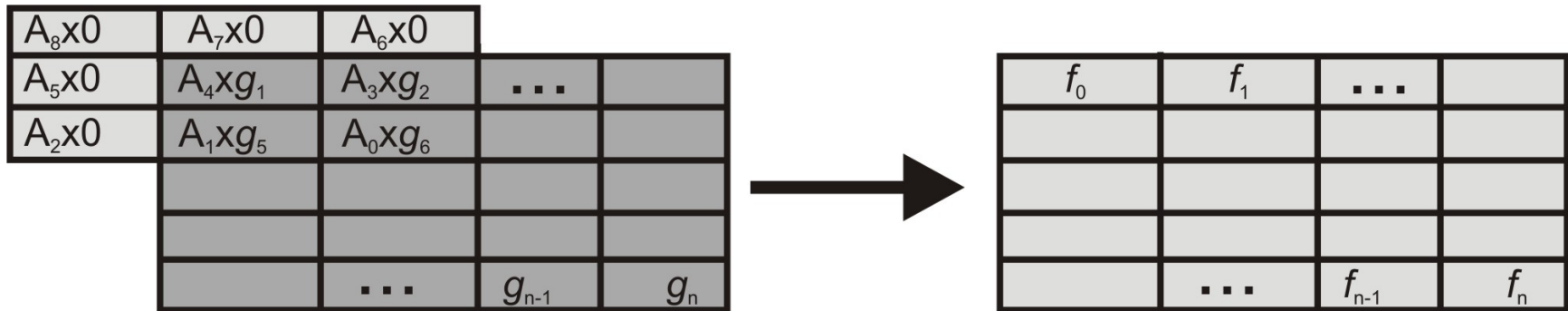
$$g[x, y] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f[x - i, y - j] \cdot h[i, j]$$



Esquema do processo de convolução por filtragem espacial usando uma máscara $n \times m$.

$$g(x,y) = T[f(x,y)] =$$

$$g(x,y) = Z_1 f(x-1, y-1) + Z_2 f(x, y-1) + Z_3 f(x+1, y-1) + Z_4 f(x-1, y) + Z_5 f(x, y) + Z_6 f(x+1, y) + Z_7 f(x-1, y+1) + Z_8 f(x, y+1) + Z_9 f(x+1, y+1)$$



Processo de convolução com máscara e o resultado.

Filtros Lineares e Não Lineares

Filtros lineares: usam máscaras que realizam somas ponderadas das intensidades de *pixels* ao longo da imagem. Se pesos diferentes forem usados em partes diferentes da imagem, o filtro linear é considerado espacialmente variante.

Filtros não-lineares: qualquer filtro que não é uma soma ponderada de *pixels*.

Patamares e Descontinuidades nas Intensidades da Imagem

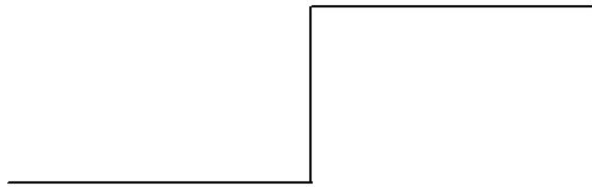
O objetivo principal da acentuação de contornos é enfatizar detalhes dos limites de objetos de modo a permitir sua identificação e análise posterior.

Noção de Edges = bordas, limites, contornos

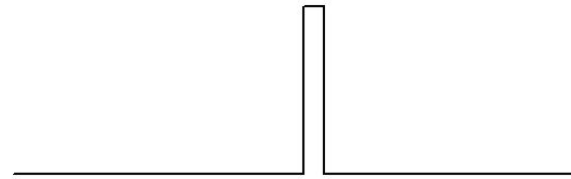
- Contorno: identificados por mudanças locais de intensidade significativas na imagem, ocorrendo tipicamente na separação de duas regiões diferentes.
- Regiões ou objetos: identificados por patamares mais ou menos constantes de tons e cores.
- Fronteira: ocorre onde a função de intensidade da imagem, $f(x_i, y_i)$, varia bruscamente, consistindo em limites de regiões cujos valores de cor apresentam grandes diferenças.

Descontinuidades:

Noção de Edges = bordas, limites, contornos



Descontinuidade do tipo degrau.

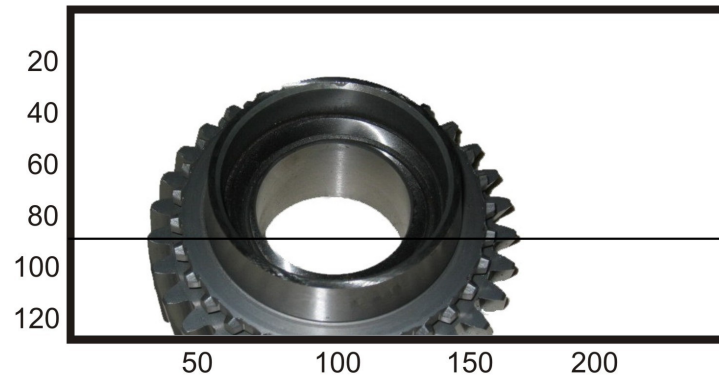


Descontinuidade do tipo pico.

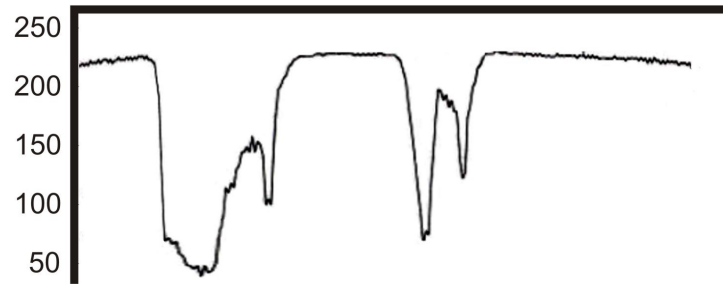


Modelos de descontinuidade em rampa.

Noção de Edges = bordas, limites, contornos



(a)



(b)

Exemplo de variação de intensidade ao longo da linha 80 da imagem Engrenagem.

Filtros Passa Baixa – Filtros de Suavização

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.

Filtro de Média

Máscara de convolução $n \times n$ com todos seus coeficientes iguais a 1 e depois dividindo-se o valor obtido pelo número de *pixels* da máscara (n^2)

$$Z = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

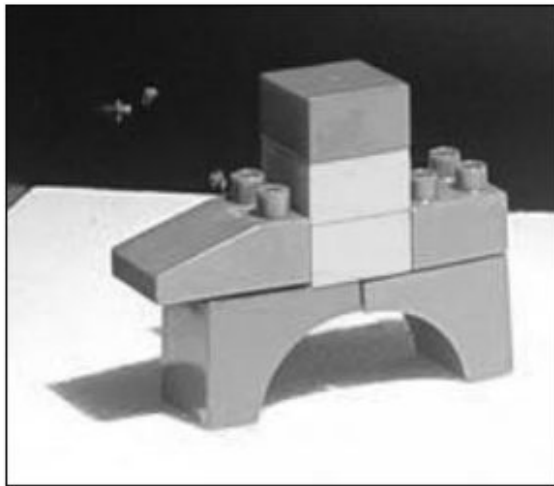
3x3

$$Z = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

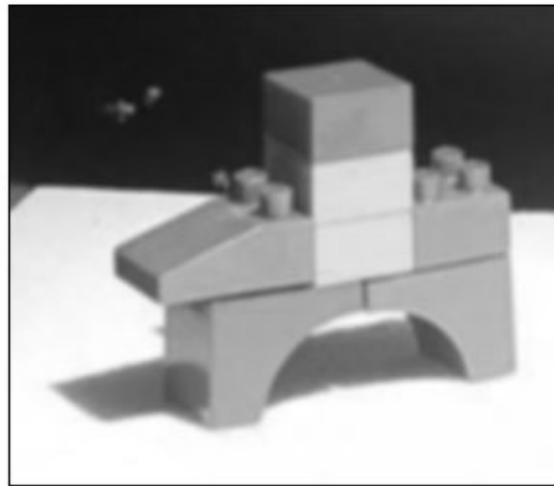
5x5

$$Z = \frac{1}{49} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

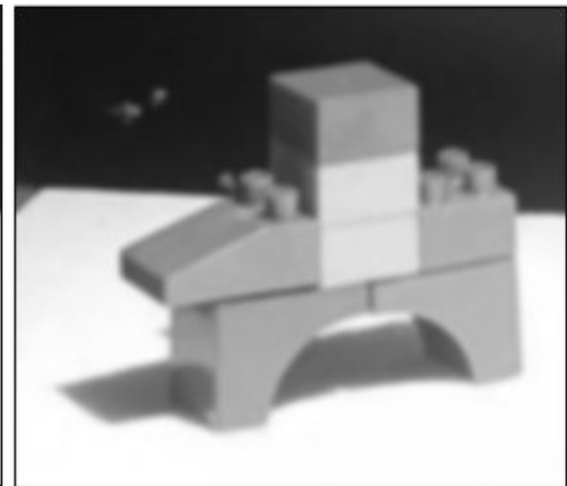
7x7



(a)



(b)



(c)

Imagem Blocos original (a) e o resultado da aplicação do filtro de média com máscara 3x3 (b) e 5x5 (c).

Filtros não lineares

- Os filtro de média podem ser generalizados usando outras formas de ponderação dos valores além do usual:

$$g[x, y] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f[x-i, y-j] \cdot h[i, j]$$

- Considerando uma função

$u(f)$

e sua inversa:

$u^{-1}(f)$

sendo $h[i, j]$ os pesos do kernel:

$$g[x, y] = u^{-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u(f[x-i, y-j]) h[i, j]$$

Filtros de média não lineares

- se os pesos $h[i,j]$ forem constantes o filtro é chamado **HOMOMORFICO** [6]:

$$g[x, y] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f[x-i, y-j] \cdot h[i, j]$$

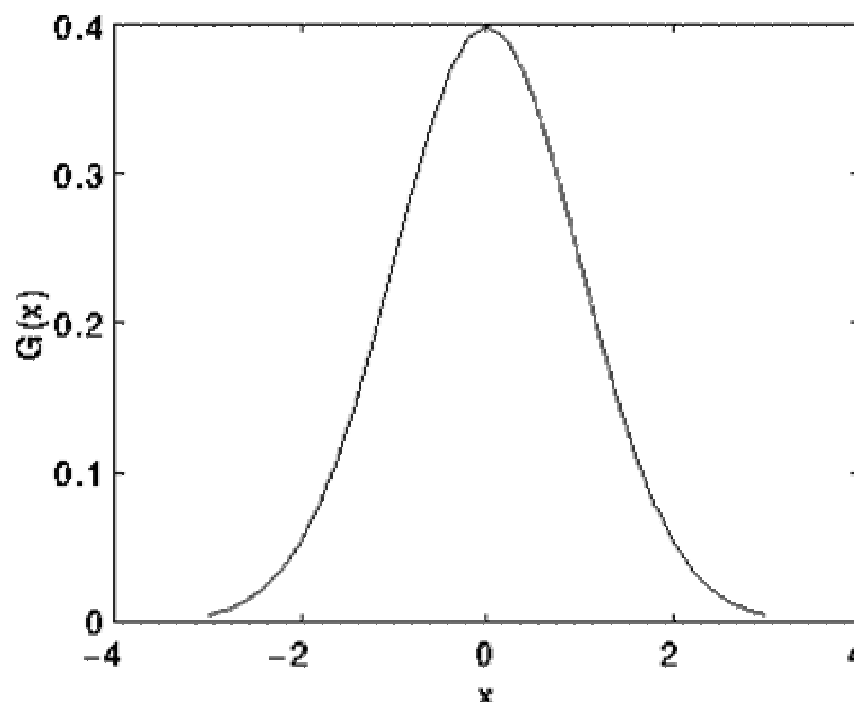
- Exemplos são:
- Média aritmética $u(f) = f$:
- Média harmônica : $u(f) = 1/f$:
- Média geométrica: $u(f) = \log f$
cuja inversa é a $\exp f$

$$g[x, y] = u^{-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u(f[x-i, y-j]) h[i, j]$$

Filtro Gaussiano

O filtro de suavização Gaussiano é baseado em uma aproximação digital da função gaussiana. O Filtro Gaussiano em 1-D é descrito por:

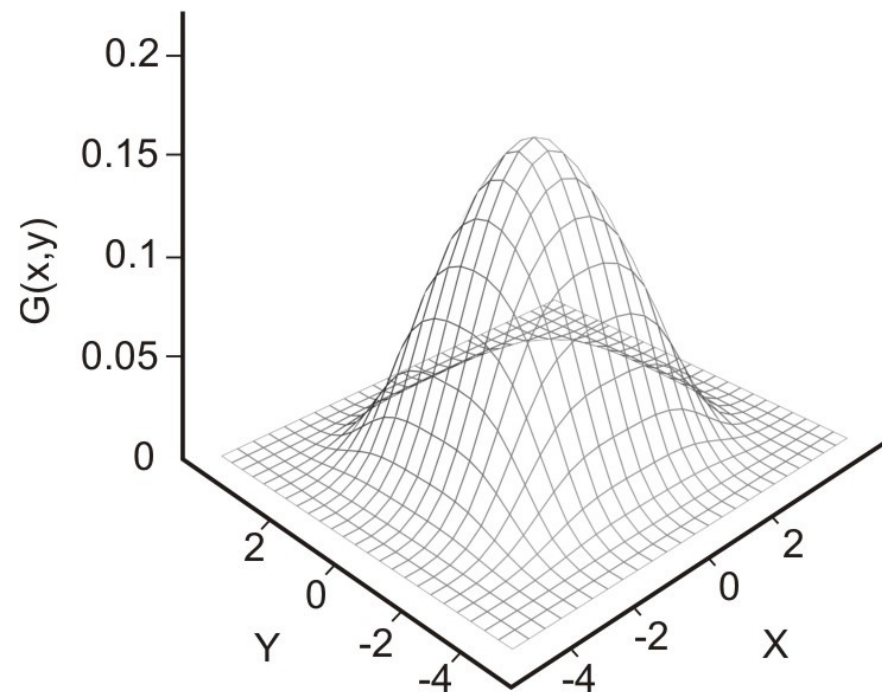
$$G(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$



Forma 1D da função Gaussiana com média igual a zero e desvio padrão igual a um.

Em 2-D sua forma é dada por:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}}$$



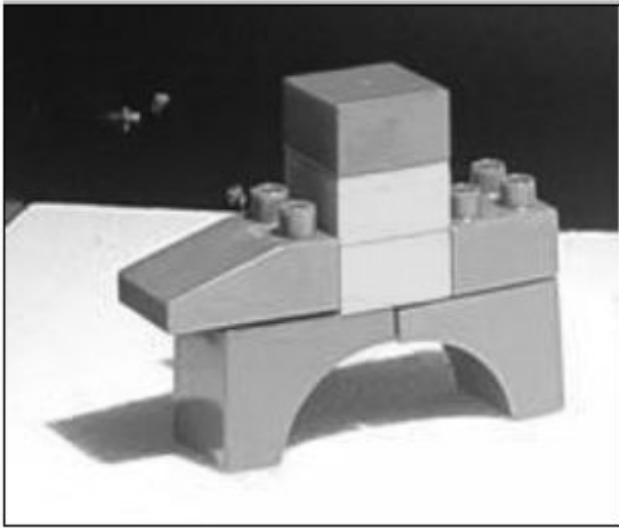
**Representação da função Gaussiana em 2D
com média em (0,0) e desvio padrão $\sigma = 1$.**

Uma forma aproximada da Gaussiana para $\sigma = 1,0$ é apresentada no kernel 5x5 :

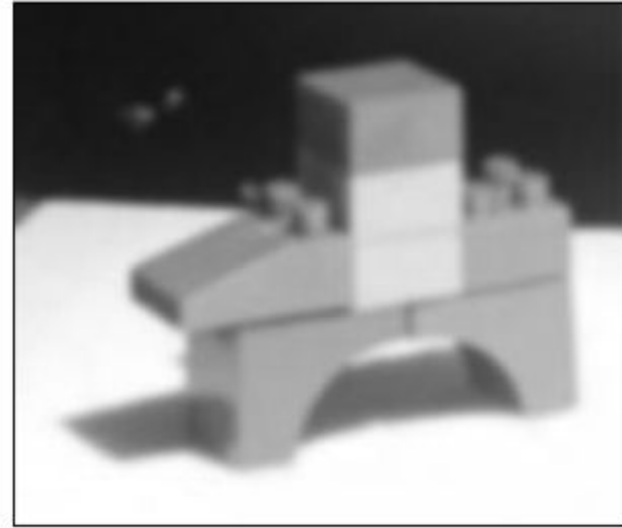
$$Z = \frac{1}{273} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 7 & 26 & 41 & 26 & 7 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

A forma discreta 3x3 aproximada da função Gaussiana:

$$Z = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



(a)



(b)

Resultado da aplicação do filtro Gaussiano (b) à imagem
Blocos (a)

Filtros Separáveis

- Em 2D ou 3D significa que o mesmo kernel 1D (filtro) pode ser passado 2 ou 3 vezes em direções ortogonais.
- Reduzindo os custos computacionais(nos caso dos 5x5: 25 multiplicações + 24 somas ficam 10 multiplicações e 8 somas.

filtro Gaussiano

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} * \frac{1}{4} [1 \ 2 \ 1] = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Média

$$\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} * \frac{1}{3} [1 \ 1 \ 1] = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

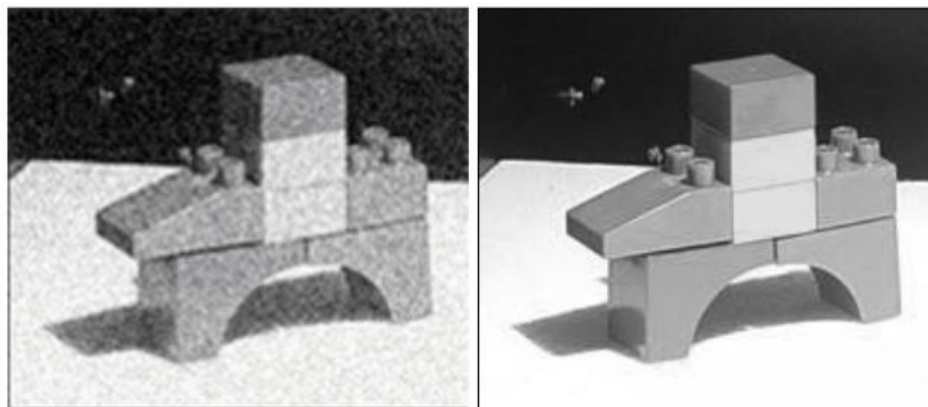
Filtro de Mediana

Ordena a intensidade dos *pixels* dentro da área da máscara em ordem crescente ou decrescente, alocando ao *pixel* da imagem correspondente à posição central da máscara, o valor da intensidade do *pixel* que corresponde à posição intermediária do respectivo intervalo ordenado.

Não linear e separável

Aplicações:

- ruído é impulsivo (do tipo não contínuo, consistindo em pulsos irregulares de grandes amplitudes),
- ruído do tipo *sal e pimenta* (representando descontinuidades abruptas e isoladas na imagem).



(a)

(b)

Resultado da aplicação do filtro de mediana (b) na imagem Blocos degradada com ruído impulsivo (a).

Filtros de Ordem e de Moda

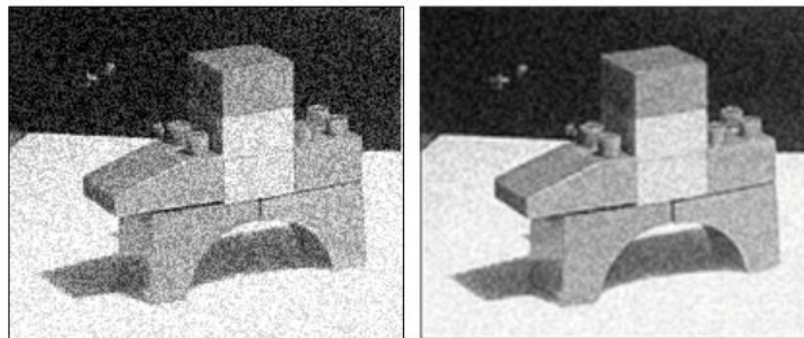
Filtro de ordem: as intensidades dos pontos da vizinhança do *pixel* $f(x,y)$, dentro de uma janela da imagem, são ordenadas e é tomado o valor máximo ou o valor de uma ordem qualquer desta ordenação, como novo valor para $g(x,y)$.

Filtro de moda: as intensidades dos pontos da vizinhança do *pixel* (x,y) , dentro de uma janela da imagem, são ordenadas e é tomado como novo valor para $f(x,y)$, o valor $g(x,y)$ mais freqüente da vizinhança.

Não linear e separável

Filtro de Média dos k Vizinhos Selecionados

- É um híbrido do método de filtragem pela média.
- Utiliza a diferença absoluta entre o valor de cada elemento da máscara de filtragem e o ponto central para selecionar os k elementos que participarão do cálculo da média.



(a)

(b)

Resultado da aplicação do filtro de média dos k vizinhos (b) sobre a imagem Blocos degradada (a)

Filtros Passa-Alta ou de Acentuação

- Atenuam ou eliminam as baixas frequências, realçando as altas frequências.
- Usados para realçar os detalhes na imagem (*intensificação ou “sharpening”*).
- Destacam características como bordas, linhas, curvas e manchas.
- Tornam mais nítidas as transições entre regiões diferentes (como os contornos), realçando o contraste.

Um filtro passa-alta ideal, no domínio de frequência (u, v) , é descrito pela seguinte relação:

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{se } D(u, v) \leq D_0 \\ 1 & \text{se } D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

onde D_0 é a frequência de corte e $D(u, v)$ é a distância do ponto (u, v) à origem do plano de frequência, isto é:

$$D(u, v) = \sqrt{(u^2 + v^2)}$$

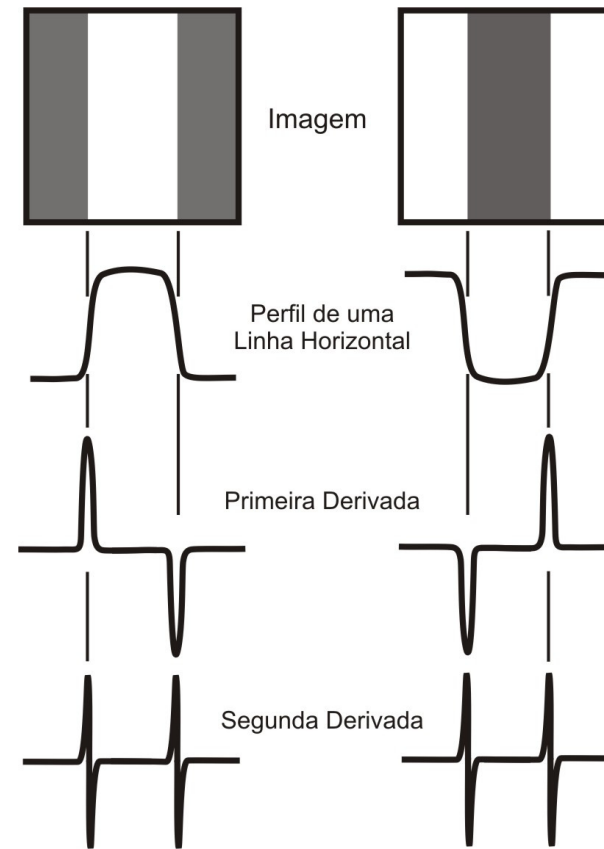
Detecção de bordas

- Edge detectors

Considerando uma imagem como uma função de duas variáveis $f(x, y)$, de forma que as bordas presentes nesta imagem se caracterizam por uma mudança no nível de cinza quando há uma descontinuidade na intensidade ou quando o gradiente da imagem tem uma variação repentina, a derivada discreta de uma imagem funciona como um detector de bordas [7].

A derivada mede a taxa de variação instantânea de uma determinada função, no caso das imagens, a derivada discreta é interpretada como a taxa de mudança dos níveis de cinza, sendo maior perto das bordas e menor nas regiões onde os tons possuem variações suaves [7].

Filtros Gradiente ou Derivada de Imagens



Observa-se que a primeira derivada é nula onde não há variação dos tons de cinza, sendo positiva quando há uma transição de uma região mais escura para uma mais clara e negativa quando ocorre uma transição para uma região mais escura. A segunda derivada muda de sinal na transição dos níveis de cinza.

O critério para a detecção de bordas através das derivadas discretas de uma imagem utilizam as regiões onde a primeira derivada é maior que um dado limiar ou as regiões onde a segunda derivada possuem mudança de sinal (cruzamento zero) [7].

Como a imagem é uma função de duas dimensões, é necessário considerar as mudanças dos níveis de cinza em muitas direções. Por este motivo, derivadas parciais em relação à x e y são utilizadas para as direções horizontais e verticais.

Considere uma janela 3x3 de uma imagem f no ponto (x, y) como se segue:

$f(x - 1, y + 1)$	$f(x, y + 1)$	$f(x + 1, y + 1)$
$f(x - 1, y)$	$f(x, y)$	$f(x + 1, y)$
$f(x - 1, y - 1)$	$f(x, y - 1)$	$f(x + 1, y - 1)$

O gradiente de uma função de duas variáveis $f(x,y)$, nas coordenadas (x,y) é definido por:

$$\nabla f = \begin{vmatrix} G_x \\ G_y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix}$$

a magnitude deste vetor é:

$$|\nabla f| = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$$

A direção do vetor gradiente também é uma característica importante para muitas aplicações, ela é dada por:

$$\alpha(x, y) = \text{arc tang} \frac{G_y}{G_x}$$

O gradiente pode ser aproximado por:

$$\nabla[f(x, y)] \cong \left\{ [f(x, y) - f(x+1, y)]^2 + [f(x, y) - f(x, y+1)]^2 \right\}^{1/2}$$

que pode ser aproximada usando a diferença na direção y e na direção x combinadas como:

$$\nabla f \cong \left[(Z_5 - Z_8)^2 + (Z_5 - Z_6)^2 \right]^{1/2}$$

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 \\ Z_4 & Z_5 & Z_6 \\ Z_7 & Z_8 & Z_9 \end{bmatrix}$$

Pode-se também considerar:

$$\nabla f \cong |Z_5 - Z_8| + |Z_5 - Z_6|$$

Filtro e Operador de Sobel

Aplicação de duas máscaras:

$$Z_h = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

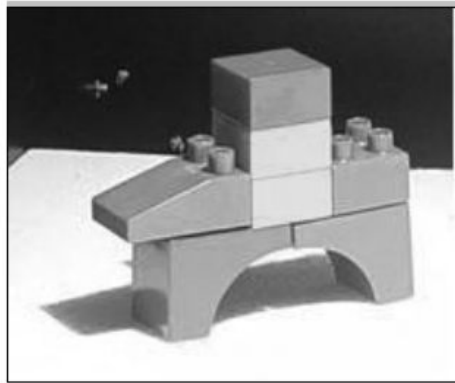
$$Z_v = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Forma de aplicação como separáveis, $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} * [+1 \ 0 \ -1] * A$

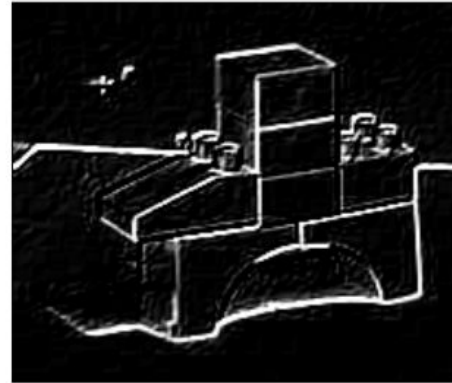
Considerando Z_1 a Z_9 os tons de cinza em torno do ponto onde o contorno será avaliado este filtro é dado por:

$$G_x = (Z_7 + 2Z_8 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_2 + Z_3)$$

$$G_y = (Z_3 + 2Z_6 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_4 + Z_7)$$



(a)



(b)

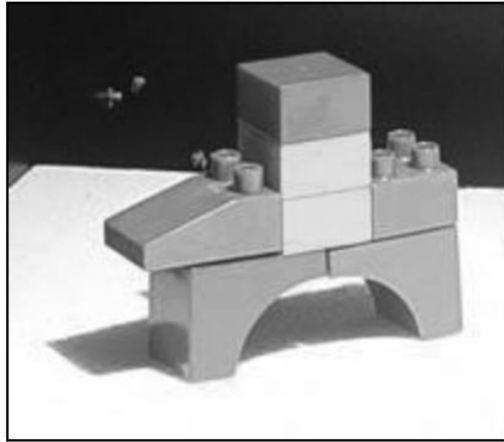
Imagem original (a) e o resultado da aplicação do filtro de Sobel (b).

Filtro de Roberts

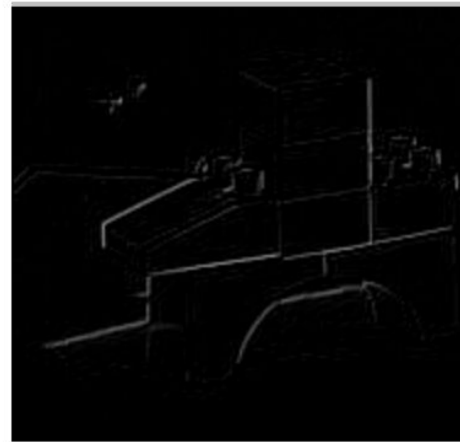
O filtro de Roberts pode ser representado pelas seguintes máscaras de convolução:

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

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



(a)



(b)

Imagem Blocos original (a) e o resultado da aplicação do filtro de Roberts (b).

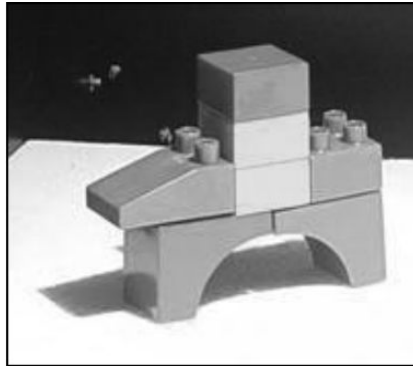
O filtro de Prewitt

O filtro de Prewitt tem o mesmo conceito do de Sobel (sem o peso para o *pixel* mais central) e de Roberts (sua máscara abrange uma área de 3 x 3):

$$\nabla f = \left| (Z_7 + Z_8 + Z_9) - (Z_1 + Z_2 + Z_3) \right| \dots + \left| (Z_3 + Z_6 + Z_9) - (Z_1 + Z_4 + Z_7) \right|$$

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

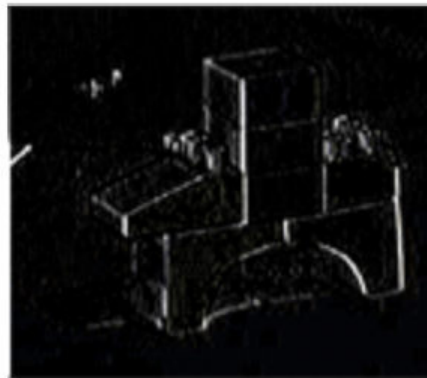
$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



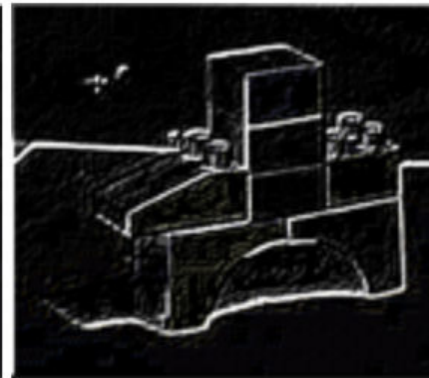
(a)



(b)



(c)



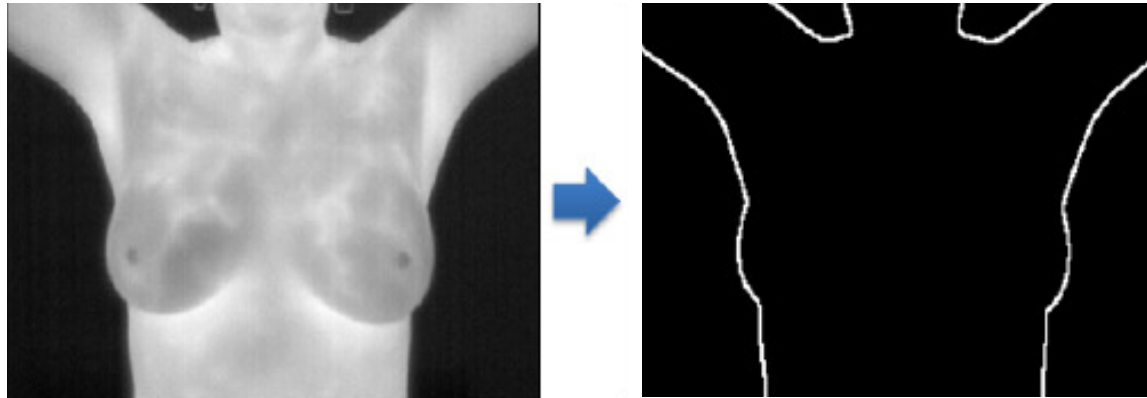
(d)

Aplicação do operador gradiente na imagem Blocos original (a), com detecção de contorno no sentido horizontal (b), no sentido vertical (c) e o resultado da soma dos sentidos vertical e horizontal (d) .

Filtro Laplaciano

O Laplaciano de uma função bidimensional é a derivada de segunda ordem definida como:

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



Derivação:

Considere uma janela 3x3 de uma imagem f no ponto (x, y) como se segue:

$f(x - 1, y + 1)$	$f(x, y + 1)$	$f(x + 1, y + 1)$
$f(x - 1, y)$	$f(x, y)$	$f(x + 1, y)$
$f(x - 1, y - 1)$	$f(x, y - 1)$	$f(x + 1, y - 1)$

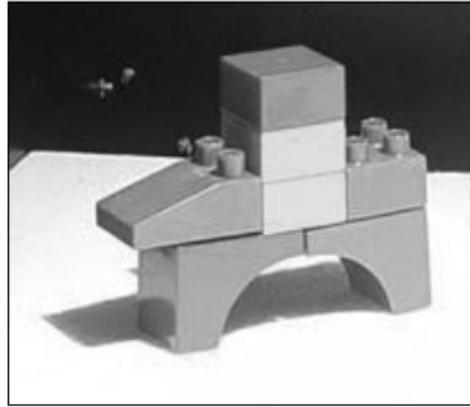
Logo:

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x} &= [f(x+1, y) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x-1, y)] \\ &= f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)\end{aligned}$$

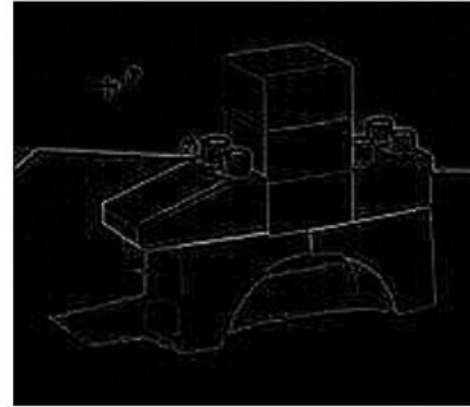
$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 f}{\partial^2 y} &= [f(x, y+1) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x, y-1)] \\ &= f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\nabla^2 f(x, y) &= [f(x + 1, y) + f(x - 1, y) - 2f(x, y)] + \\ &\quad [f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 2f(x, y)] \\ &= f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 4f(x, y)\end{aligned}$$

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



(a)



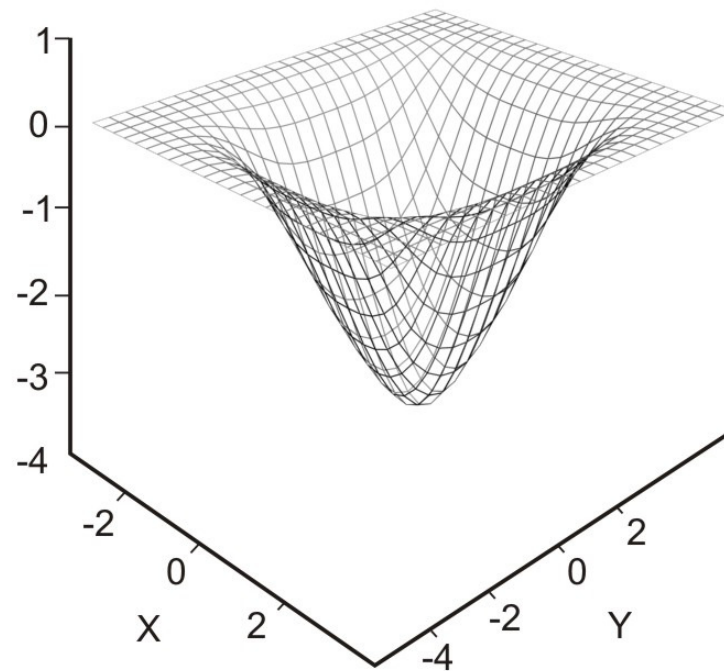
(b)

Imagem Blocos original (a) e o resultado da aplicação do filtro Laplaciano (b).

Filtro LoG ou Laplaciano do Gaussiano

O filtro LoG (*Laplacian of Gaussian*) ou Filtro Laplaciano do Gaussiano é representado por:

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi \sigma^4} \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$



Forma em 2-D do filtro Laplaciano do Gaussiano
(LoG).

Para uma Gaussiana com $\sigma = 1.4$ esta função pode ser aproximada na forma digital.

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 5 & 3 & 0 & 3 & 5 & 4 & 1 \\ 2 & 5 & 3 & -12 & -24 & -12 & 3 & 5 & 2 \\ 2 & 5 & 0 & -24 & -40 & -24 & 0 & 5 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & -12 & -24 & -12 & 3 & 5 & 2 \\ 1 & 4 & 5 & 3 & 0 & 3 & 5 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Comparando os Diversos Filtros de Realce

Resumo das máscaras para realce.

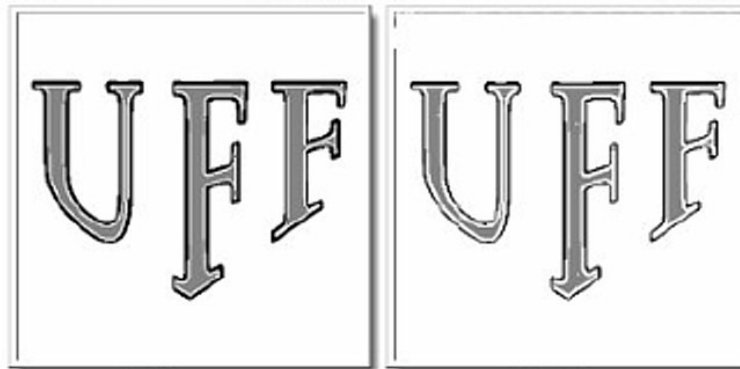
Operador	Vertical	Horizontal
Roberts	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Sobel	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
Prewit	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Laplaciano	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	



a) Imagem Original

b) Lapaciano

c) Prewit



d) Robert

e) Sobel

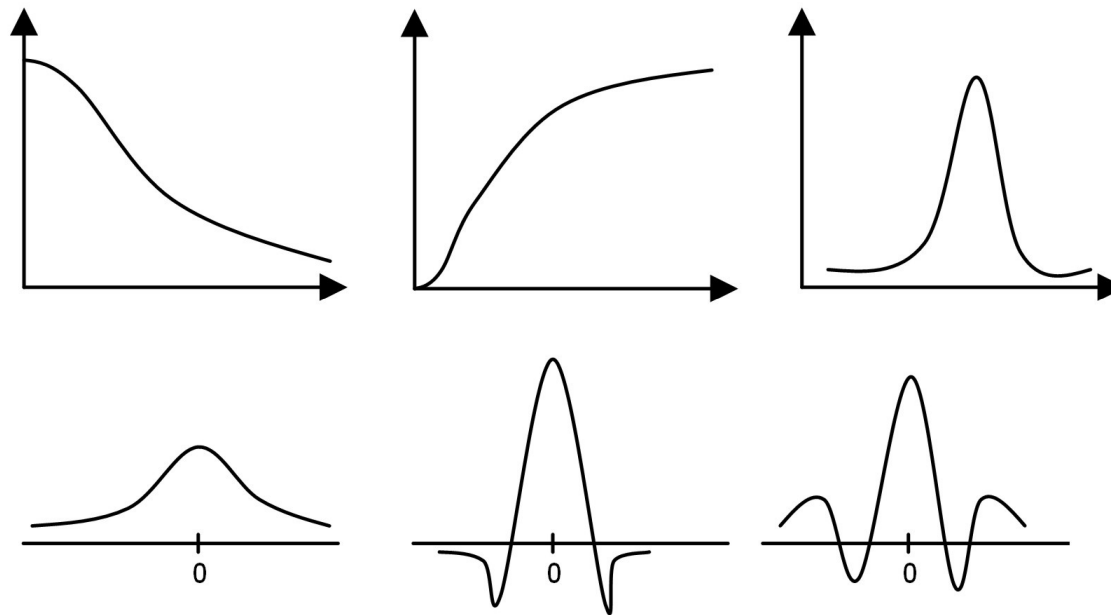
Exemplo de aplicação de diferentes filtros.

Outros Filtros de Ampliação de Contraste

Exemplo de filtros direcionais.

Norte	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	Nordeste	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
Oeste	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$	Noroeste	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
Sudeste	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	Sudeste	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Sul	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	Leste	$\begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

Filtros passa-banda ou elimina faixa



Filtros passa-baixa, passa-alta e passa-faixa em frequência (acima) e no espaço (abaixo).

Filtro alto reforço

No filtro “alto reforço” ou técnica de ênfase em alta frequência tem-se:

$$\text{Alto-Reforço} = (\alpha) \text{Original} - \text{Passa-baixa}$$

$$\text{Alto-Reforço} = (\alpha - 1) \text{Original} + (\text{Original} - \text{Passa-Baixa})$$

$$\text{Alto-Reforço} = (\alpha - 1) \text{original} + \text{Passa-Alta}$$

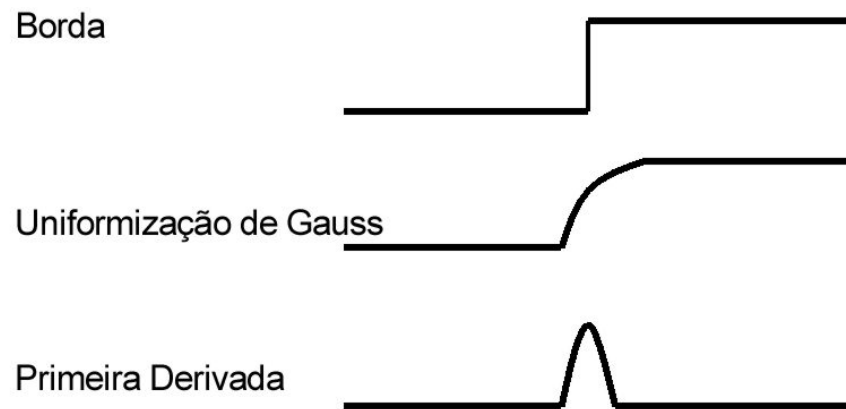
Onde α é um fator de amplificação *dos sinais da imagem*.

Unsharp masking

- Compass operators:
- Prewitt
- Sobel
- Robinson
- Kirsch

Canny (próxima aula)

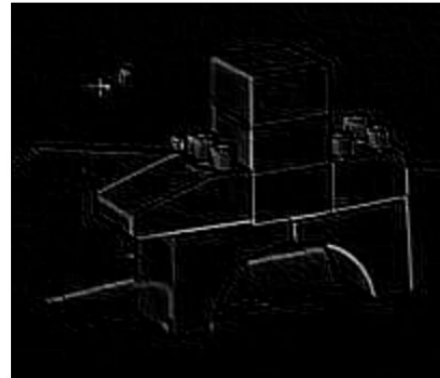
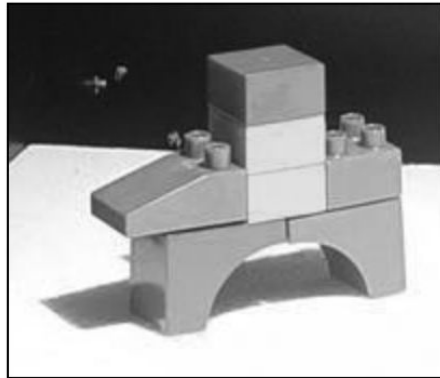
Filtro de convolução de primeira derivada, que suaviza o ruído e localiza bordas, combinando um operador diferencial com um filtro Gaussiano.



Processo de detecção de bordas por Canny

Convolvendo a imagem com $G'(x)$ obtem-se uma imagem I que mostrará as bordas, mesmo na presença de ruído.

$$G'(x) = \frac{-x}{\sqrt{2\pi\sigma^3}} \mathcal{E}^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}}$$



Resultado da aplicação do filtro Canny (b) a imagem original (a).

Marr-Hildreth e Suzuki edge detection

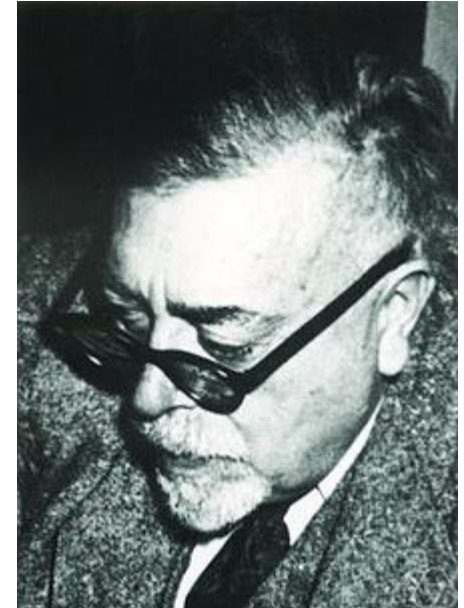
- (proxima aula)
- Suzuki do openCV[1]:
[1] Suzuki, S. and Abe, K. (1985). 'Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following'. CVGIP 30 1, pp 32-46.
- http://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html
- <http://opencvpython.blogspot.com.br/2012/06/hi-this-article-is-tutorial-which-try.html>

Level set methods (LSM)

- Próxima aula

Wiener filter

- (proxima aula)



Norbert Wiener (November 26, 1894 – March 18, 1964) was an American [mathematician](#) and [philosopher](#). He was Professor of Mathematics at [MIT](#).

A famous [child prodigy](#), Wiener later became an early researcher in [stochastic](#) and [noise](#) processes, contributing work relevant to [electronic engineering](#), [electronic communication](#), and [control systems](#).

Wiener is considered the originator of [cybernetics](#), a formalization of the notion of [feedback](#), with implications for [engineering](#), [systems control](#), [computer science](#), [biology](#), [neuroscience](#), [philosophy](#), and the organization of [society](#).

Filtragem Homomórfica

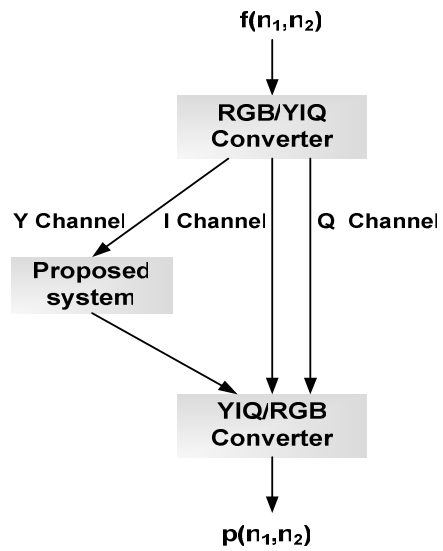
- When an image with large dynamic range is recorded on a medium with a small dynamic range, its contrast is significantly reduced, particularly in its darker and brighter areas.

$$f(n_1, n_2) = i(n_1, n_2)r(n_1, n_2)$$

$$\log(f(n_1, n_2)) = \log(i(n_1, n_2)) + \log(r(n_1, n_2))$$

Note:

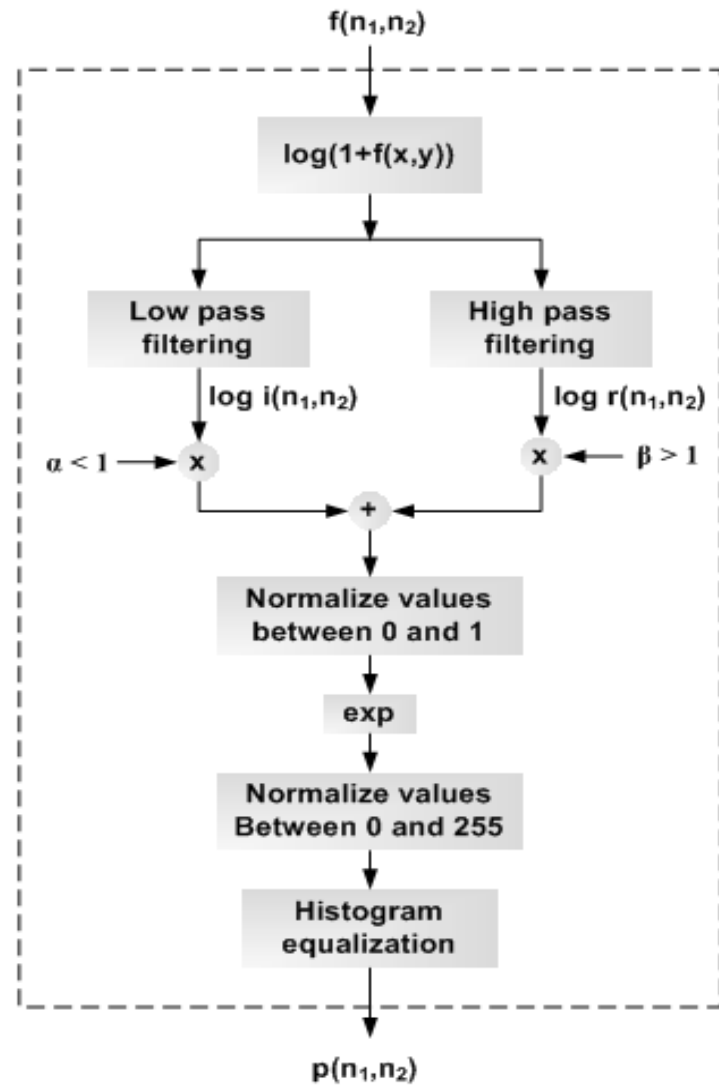
- if the tonal level quantization is from zero, then $\log(1+f(n_1, n_2))$ is the transformation used to separate the illumination and reflectance components.



-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

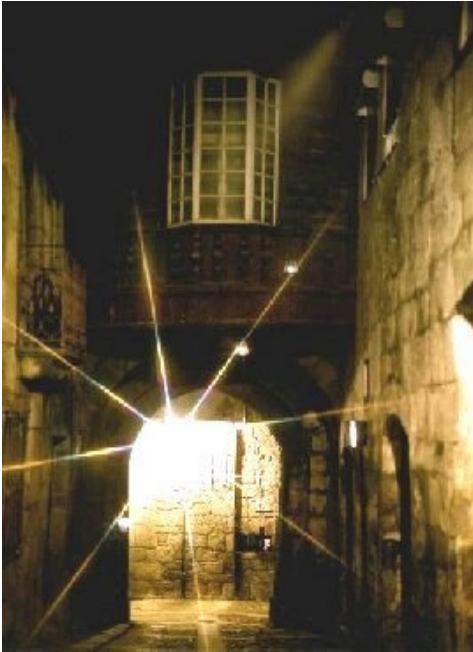
$\frac{1}{9} \times$

1	1	1
1	1	1
1	1	1



exemplos

- Original



Equalizada



homomorfo



exemplo

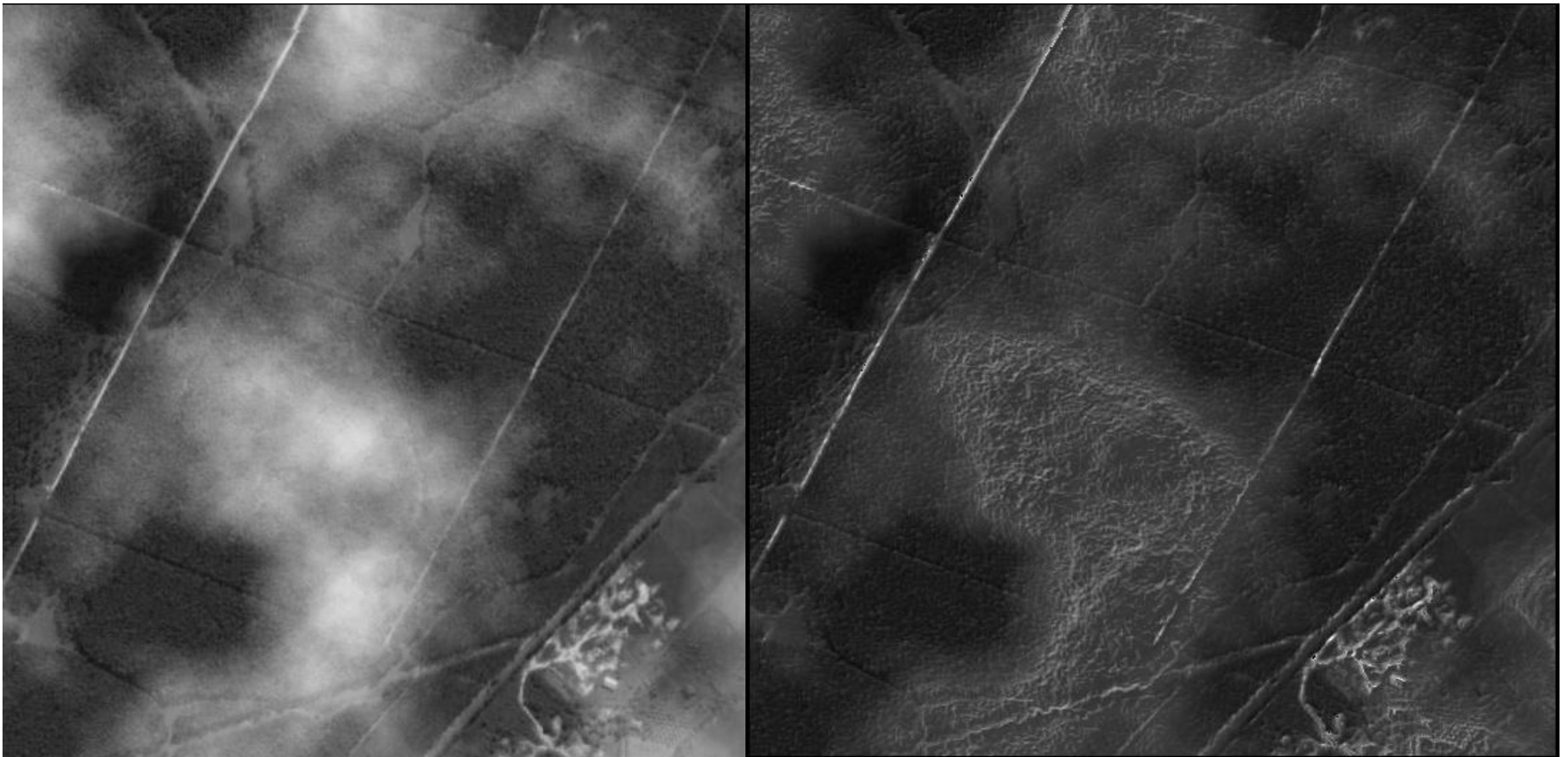
Original

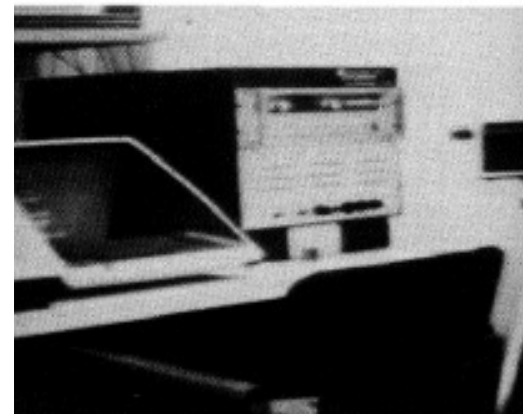
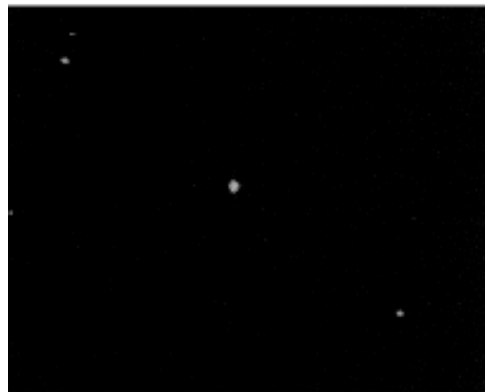
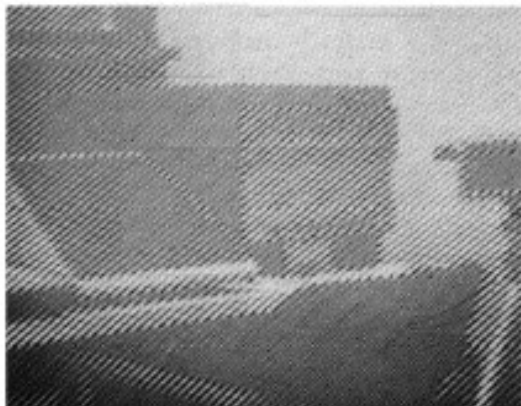
X

processada



Exemplo: **Diminuir efeito de nuvens**





Mas para algumas coisas precisaremos da filtragem em frequência por exemplo: retirar ruído com frequência como no exemplo acima definida

Aura Conci e Rafael Heitor Correia de Melo, “Técnicas de Melhorias e Reconhecimento de Formas por Imagens”, mini curso no 4o Congresso Temático de Dinâmica, Controle e Aplicações

Outros exemplos em:

- Gonzaga, S. L. de O.; Viola, F.; Conci, A. *“An approach for Enhancing Fingerprint Images using adaptive Gabor Filter parameters”*. [Pattern Recognition and Image Analysis](#), ISSN 1054-6618 [Vol. 18, No. 3](#), pp. 497-506

Bibliografia

1. Burgiss Jr., S. G., Goodridge, S. G. (2001) 'Multiframe Averaging and Homomorphic Filtering for Clarification of Dark and Shadowed Video Scenes', SPIE vol. 4232 - 480.
2. Etemadnia, H. and Alsharif, M. R. (2003) 'Automatic Image Shadow Identification using LPF in Homomorphic Processing System'. Proceedings of the VIIth Digital Image Computing: Techniques and Applications, Sydney, Dec.
3. Lim, J. S. (1990) 'Two-Dimensional Signal and Image Processing', Prentice Hall Signal Processing Series, New Jersey, 880 p.
4. Melo, R. H. C., Vieira, E. A., Touma, V. L. and Conci, A. (2005) 'Sistema de realce de detalhes ocultos em imagens com grande diferença de iluminação fazendo uso de filtragem não-linear', in: J.M. Balthazar et al. (Eds) Proceedings of 4th Dincon (Bauru, 6-10. June), SP Bauru, Brazil, 2005.
5. [Milan Sonka](#), [Vaclav Hlavac](#), [Roger Boyle](#) , **Image Processing, Analysis and Machine Vision**, Thomson, 2008. 3rd Edition
<http://user.engineering.uiowa.edu/~sonka/ps-files/cfai.pdf>
6. [Linda G. Shapiro](#) , [George C. Stockman](#), **Computer Vision**, Prentice Hall, 2001.
7. <ftp://91.193.236.10/pub/docs/linux-support/computer%20science/computer%20vision/Computer%20Vision%20-%20Linda%20Shapiro.pdf>