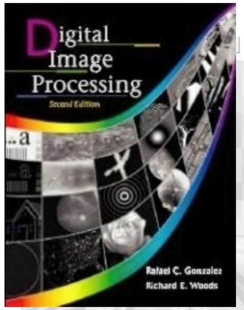


Aula 5.3

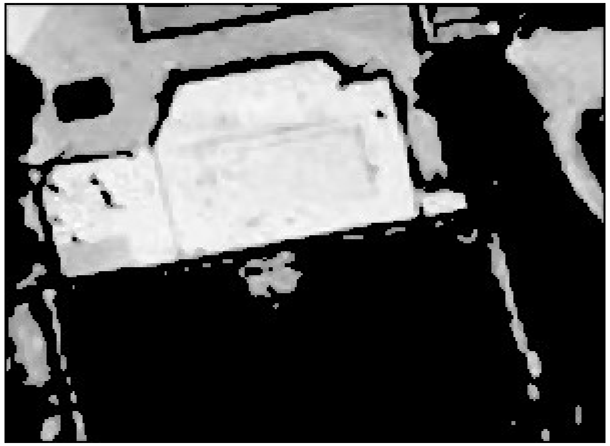
Realce no Espaço

Limiarização

Após definido um valor de limiar, pelo usuário ou através de algum método automático, pixels com tons de cinza abaixo deste limiar passam a ter o valor de tom de cinza igual a zero, enquanto que os pixels com valor de tom de cinza maior ou igual ao limiar são mantidos com seus valores de tom de cinza originais

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{se} \quad \mathrm{f(x,y)} < \text{limiar} \\ f(x,y) & \text{se} \quad \mathrm{f(x,y)} \geq \text{limiar} \end{cases}$$

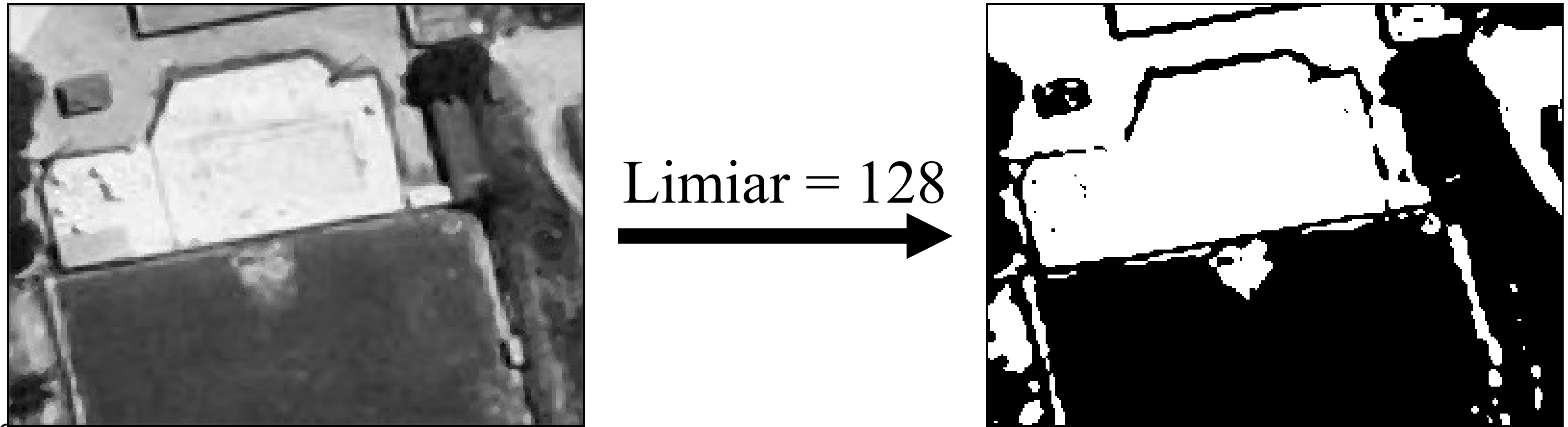
limiar = 139



Binarização

Após definido um valor de limiar, pelo usuário ou através de algum método automático, pixels com tons de cinza abaixo deste limiar passam a ter o valor de tom de cinza igual a zero, enquanto que os pixels com valor de tom de cinza maior ou igual ao limiar recebem o valor máximo (255) para seus valores de tom de cinza

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{se} \quad f(x,y) < \text{limiar} \\ 255 & \text{se} \quad f(x,y) \geq \text{limiar} \end{cases}$$



Suvização + Binarização apicadas na Seleção e contagem de objetos

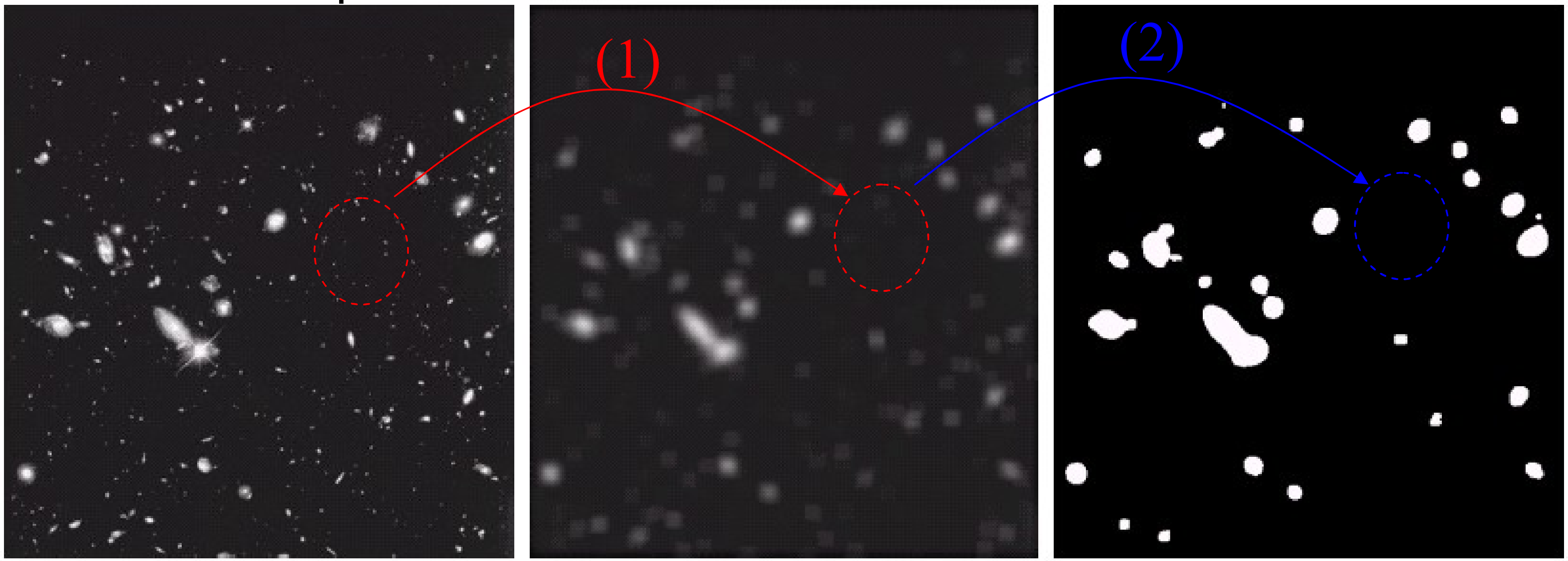
O borramento da imagem atenua o ruído, ou seja, as regiões de objetos muito pequenos

Em seguida, pixels acima de um certo valor de tom de cinza (Limiar) podem ser facilmente separados de pixels abaixo deste valor

Após o borramento, apenas os objetos grandes continuam claros

Suvização + Binarização aplicada na Seleção e contagem de objetos

1) Com um borramento da imagem, objetos menores sofrem uma atenuação em seu brilho
2) Seguindo com um processo de binarização, apenas os objetos maiores são preservados



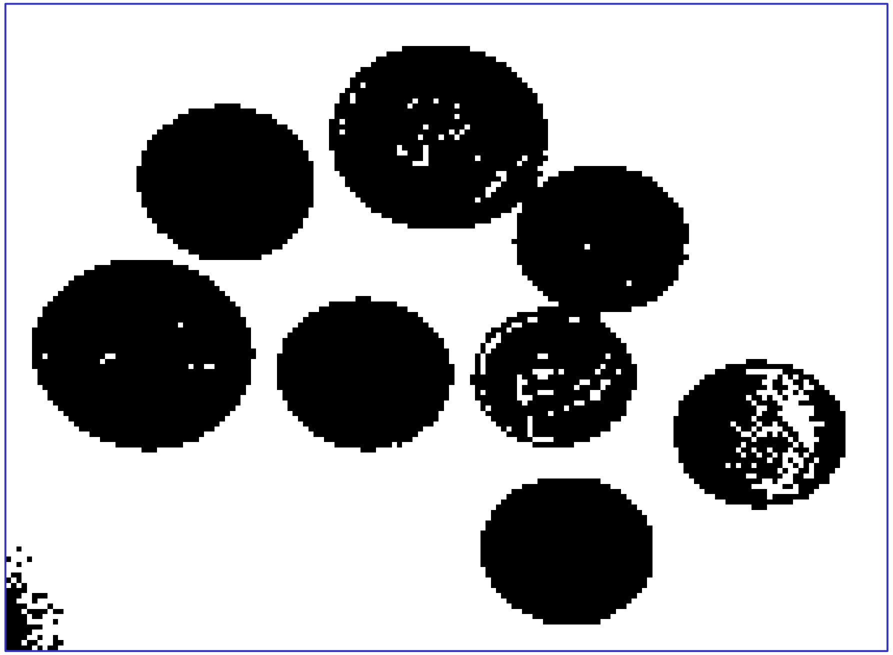
a b c **Após o borramento, apenas os objetos grandes continuam claros**

FIGURE 3.36 (a) Image from the Hubble Space Telescope. (b) Image processed by a 15 × 15 averaging mask. (c) Result of thresholding (b). (Original image courtesy of NASA.)

A Binarização piora a aparência visual da imagem, mas a imagem fica mais simples, para ser processada em um computador

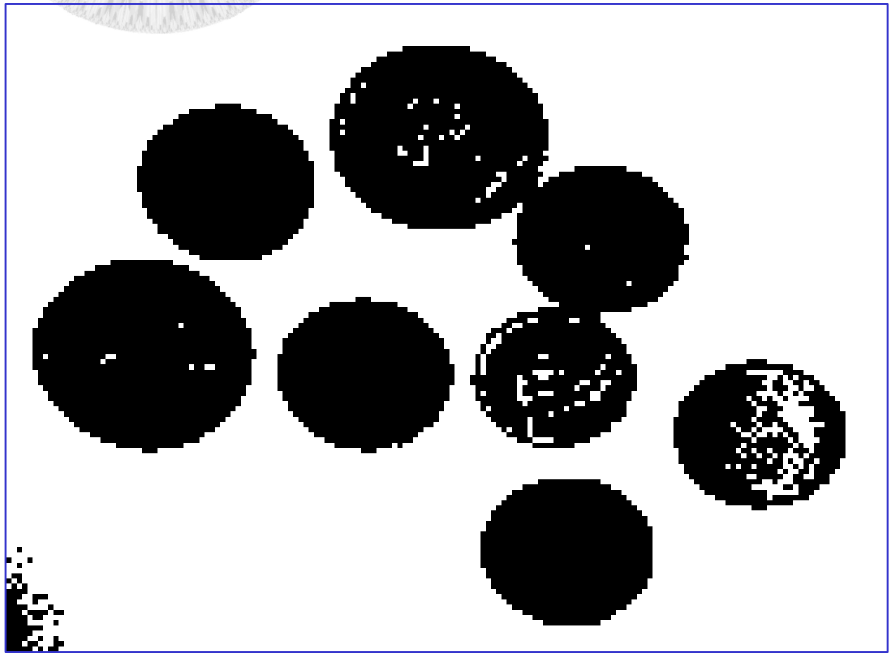
Binarização

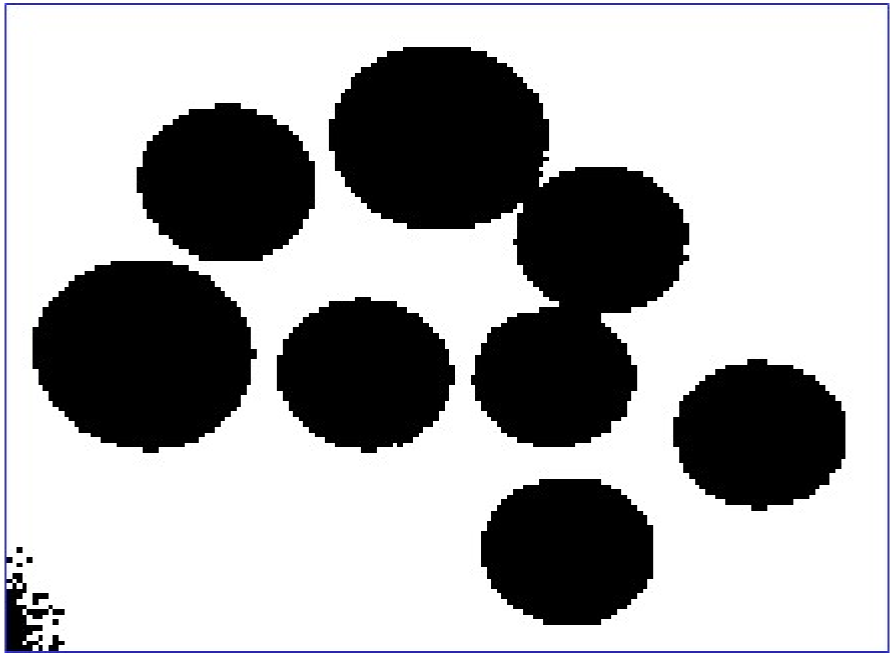
$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{se} \quad \mathrm{f(x,y)} < \text{limiar} \\ 255 & \text{se} \quad \mathrm{f(x,y)} \geq \text{limiar} \end{cases}$$



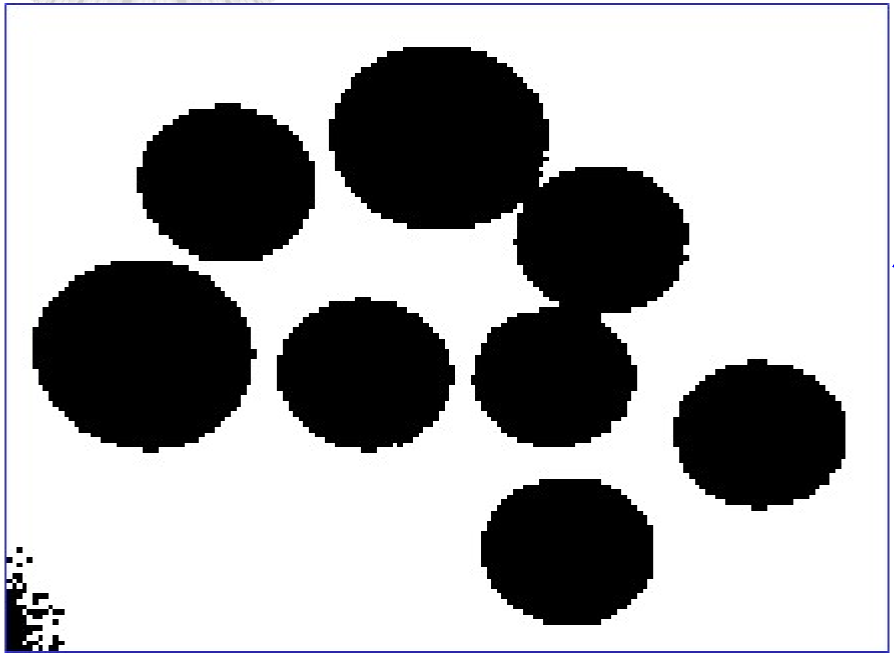
Identificação de objetos

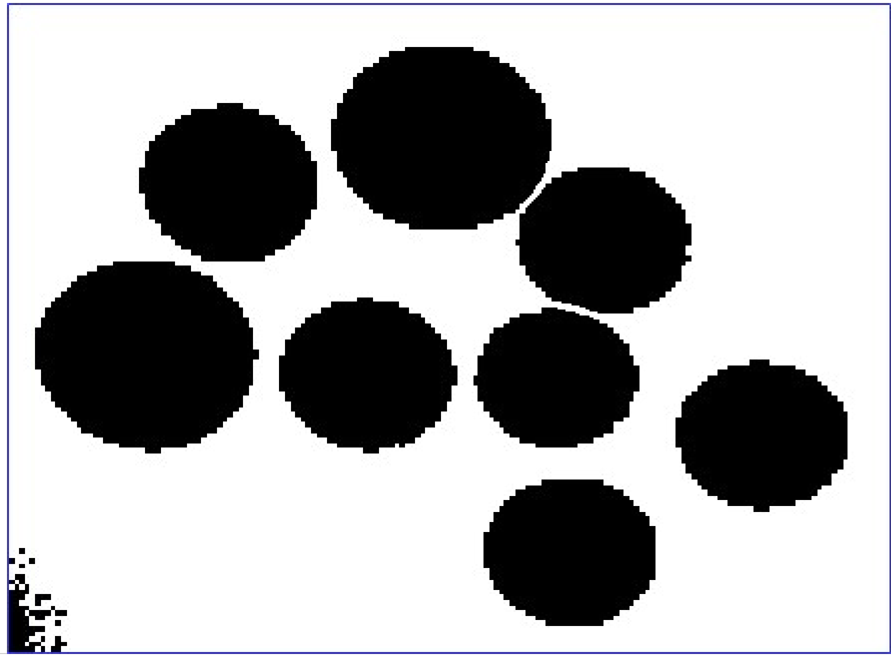
Uma suavização ajuda a preencher os buracos internos, trocando pixels brancos cercados pela média ao redor dele, seguida de uma binarização





A separação dos objetos pode ser feita removendo os pixels pretos que possuem vizinhos brancos (vai remover uma casca ao redor dos objetos)



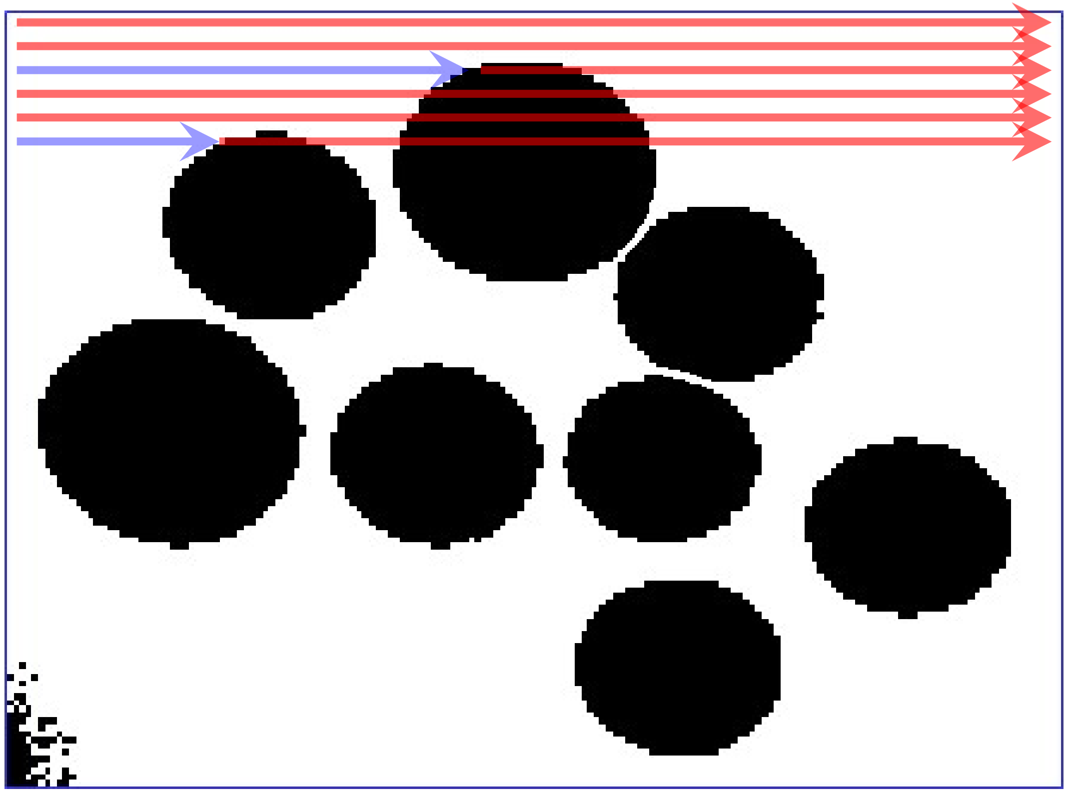


<u>Contagem de Objetos</u> – Pode ser feita usando uma varredura, pixel por pixel, e aplicando uma inundação quando encontra um pixel preto, para identificar pixels que pertencem a um mesmo objeto (marca os pixels visitados)

```
void flood_fill(int x, int y, int target_color, int color)
{
  if(a[x][y] == wall || a[x][y] == color)
    return;

  if(a[x][y] != target_color)
    return;

  a[x][y] = color;
  flood_fill(x + 1, y, color);
  flood_fill(x - 1, y, color);
  flood_fill(x, y + 1, color);
  flood_fill(x, y - 1, color);
  return;
}
```



Filtros de Realce

Os filtros de realce (sharpening) são usados para realçar detalhes da imagem que se apresentam borrados devido, em geral, ao processo de aquisição

Exemplos:

- Filtro Passa-alta (atenuam as componentes de baixa frequência da imagem)
- Filtro de auto-reforço (High Boost), amplifica a imagem e remove as baixas frequencias, realçando as altas frequências
- Filtro Derivativos: Roberts Prewitt e Sobel

Filtro de auto-reforço

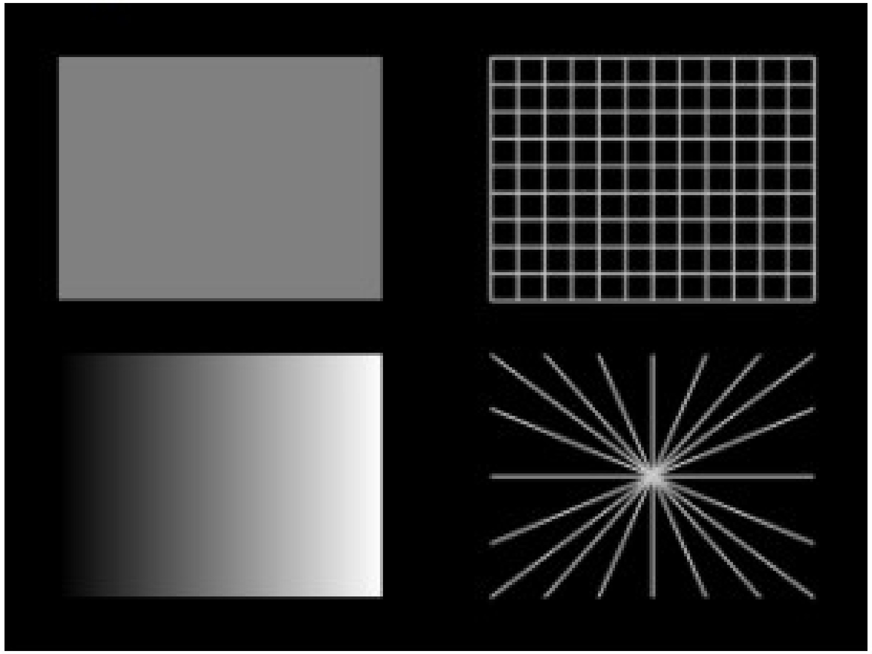
O filtro de auto-reforço considera que uma imagem possui frequencias baixas e altas. Assim, se da imagem forem subtraídas as baixas frequencias, prevalecerão as aultas frequencias

Passa alta = Original – Baixa

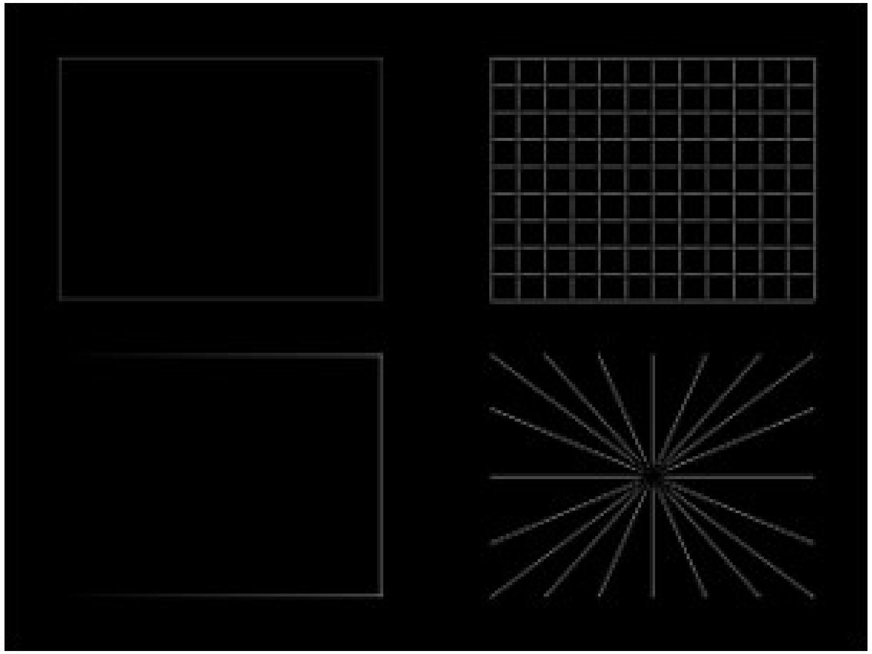
= A.Original – Passa-baixas

A é um fator de ampliação definido pelo usuário

Original



High Boost A=1



Filtro de auto-reforço

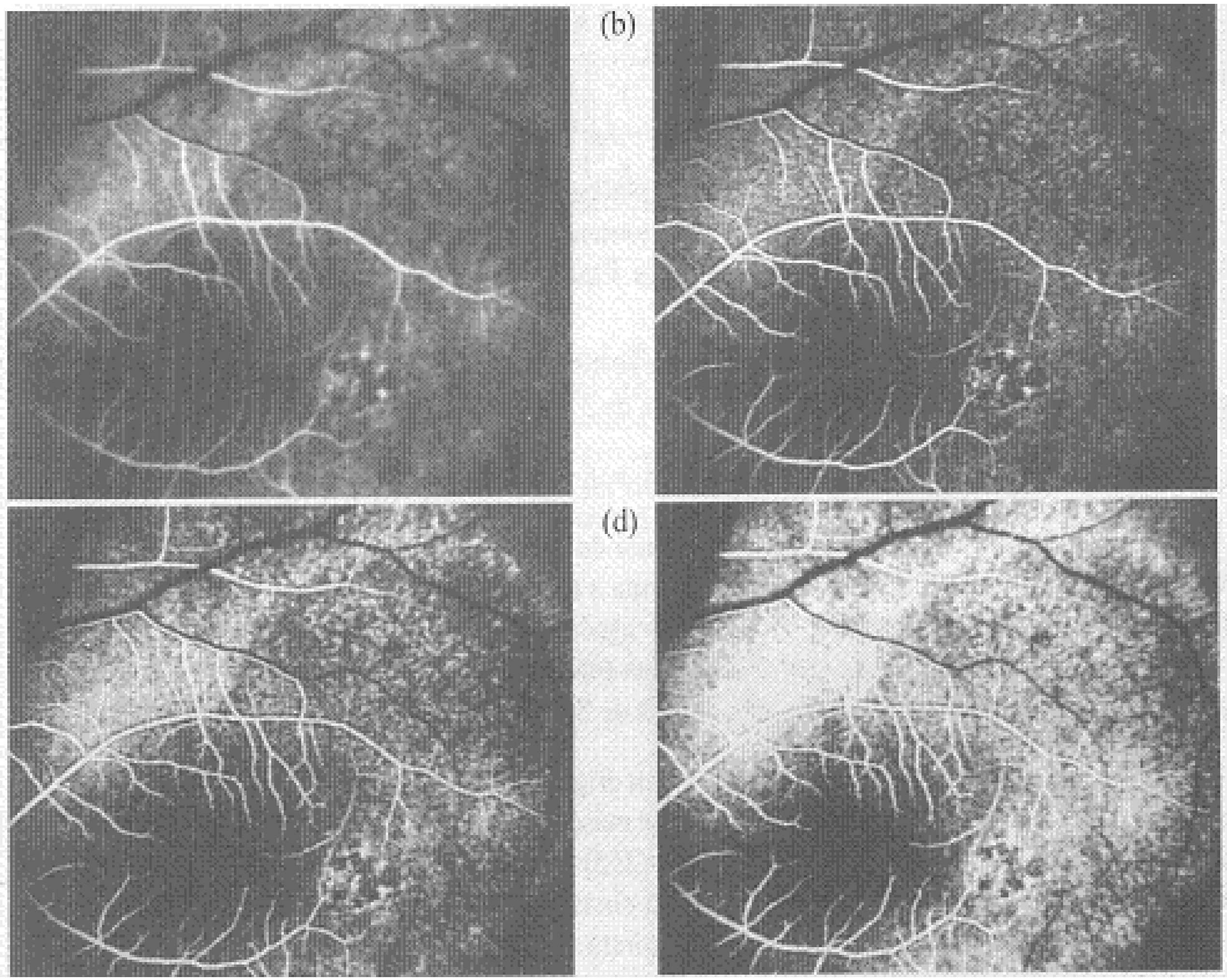
Passa alta = Original – Baixa
= A.Original – Passa-baixas

original

A=1.1

A=1.15

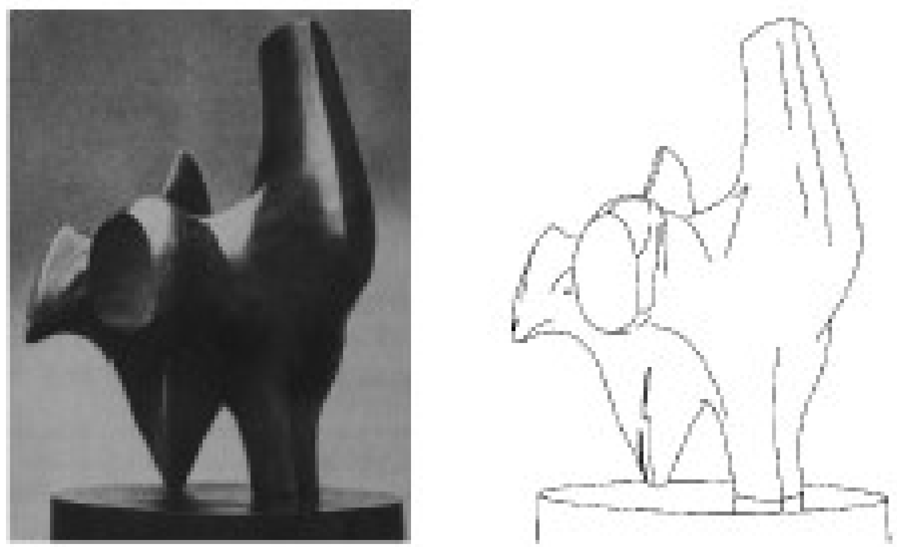
A=1.2

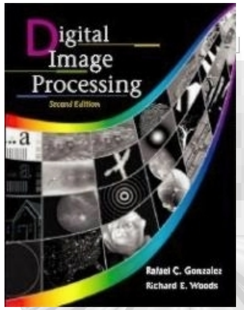


Detecção de borda

- A detecção de bordas é usada pela visão humana para auxiliar o reconhecimento dos objetos;
- As bordas são regiões na imagem onde ocorrem mudanças de intensidade em um certo intervalo de espaço e em uma certa direção;
- Corresponde a regiões de alta derivada espacial, ou que contém alta freqüência espacial;

- Contornos (*boundary*) é uma linha fechada formado pelas bordas (*edges*) do objeto;
- Nem sempre é possível obter o contorno a partir das bordas.





Filtros de realce de bordas (Derivativos) aguçamento – *sharpening*

Enfatizam detalhes finos da imagem

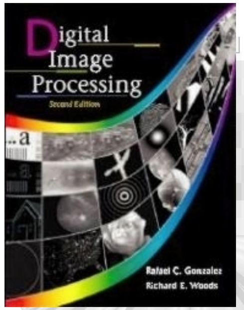
Enquanto os filtros de suavização utilizam uma operação equivalente a uma **integral**, os filtros de aguçamento utilizam uma operação equivalente a uma **derivada**

Diferenças finitas:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

No computador faz-se $h = 1$ menor tamanho possível para um pixel

$$\frac{\partial f}{\partial x}[x, y] \approx f[x+1, y] - f[x, y]$$



Usando a primeira derivada

Roberts

−1	0
0	1

0	−1
1	0

Prewitt

1/3

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

1/3

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Sobel

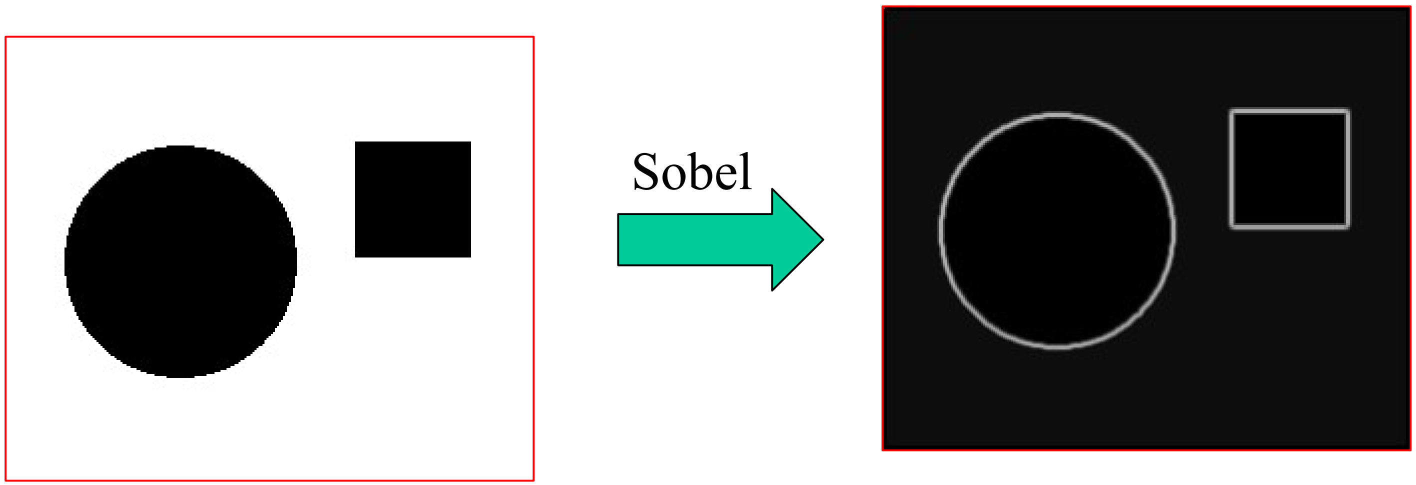
1/4

−1	−2	−1
0	0	0
1	2	1

1/4

−1	0	1
−2	0	2
−1	0	1

Usando a primeira derivada



Filtros de realce de bordas – aguçamento – *sharpening*

Em 1D, a segunda derivada ficará

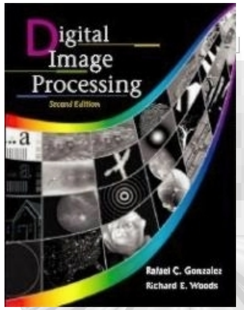
$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1) - 2f(x) + f(x-1)$$

sinal: f(x-1) f(x) f(x+1)

prim. derivada: f(x)-f(x-1) f(x+1)-f(x)

seg. derivada: [f(x+1)-f(x)] - [f(x)-f(x-1)]

= f(x+1) -2f(x) +f(x-1)



Laplaciano

Em 2D, a segunda derivada é $\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$,

sendo chamada Laplaciano

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x^2} = \overbrace{f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)}^{\text{Derivada em relação a x}} + \frac{\partial^2 f}{\partial^2 y^2} = \overbrace{f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)}^{\text{Derivada em relação a y}}$$

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

Laplaciano

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}.$$

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

usa-se um dos filtros em (a)

Considerando também as diferenças diagonais, usa-se um dos filtros em (b)

(a)

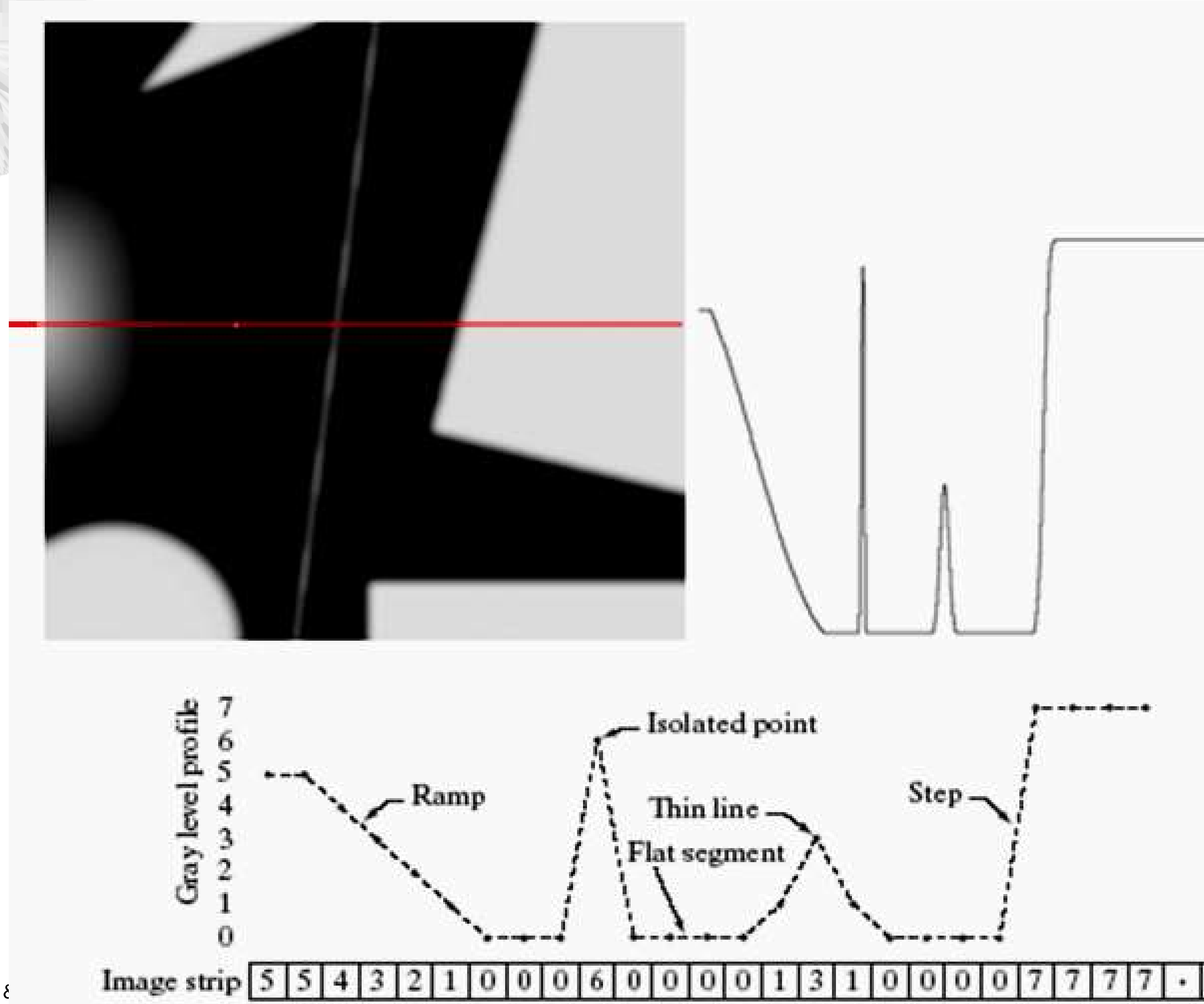
0	1	0
1	−4	1
0	1	0

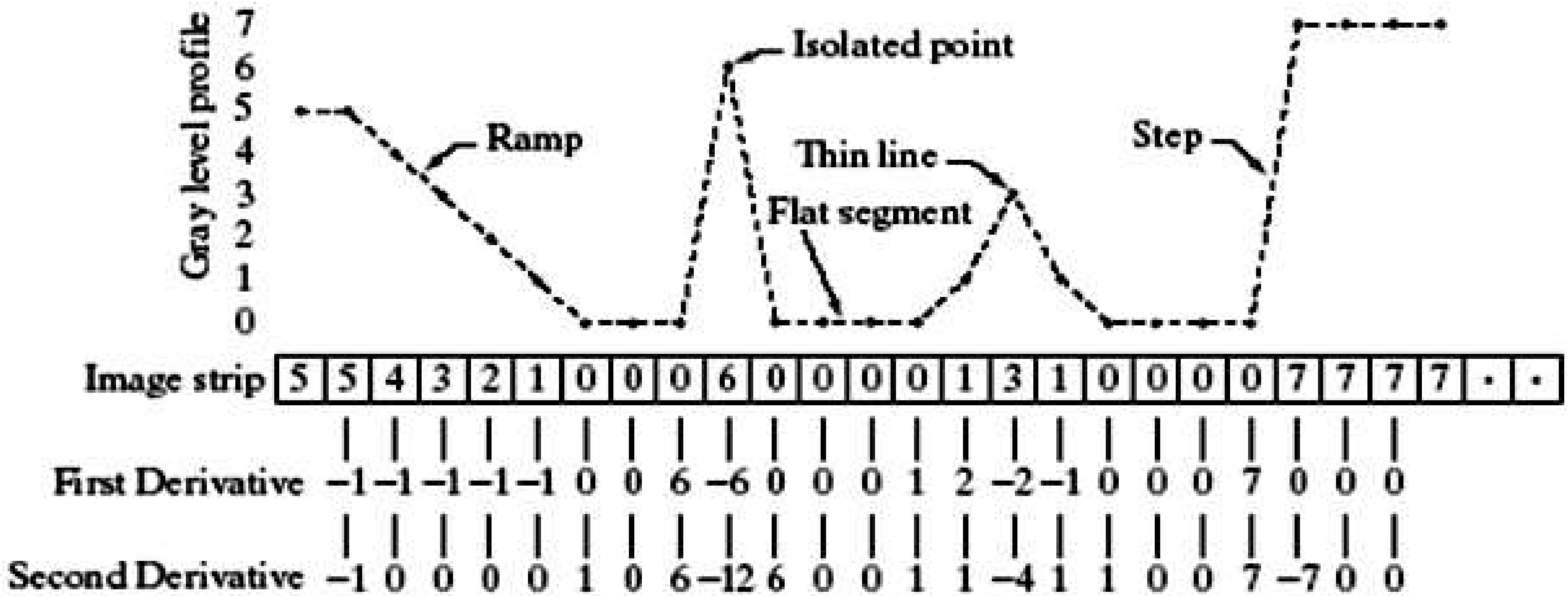
0	−1	0
−1	4	−1
0	−1	0

(b)

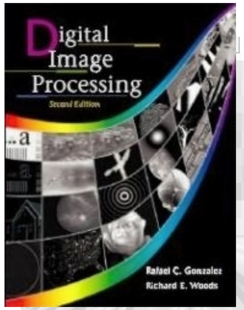
1	1	1
1	−8	1
1	1	1

−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1


Gray level profile
7
6
5
4
3
2
1
0
Isolated point
Ramp
Thin line
Flat segment
Step
Image strip 5 5 4 3 2 1 0 0 0 6 0 0 0 0 1 3 1 0 0 0 0 7 7 7 7 .



A segunda derivada é mais agressiva



Convolução

0	0	0							
0	255	0							
0	0	0							
255	255	255							
255	0	255							
255	255	255							

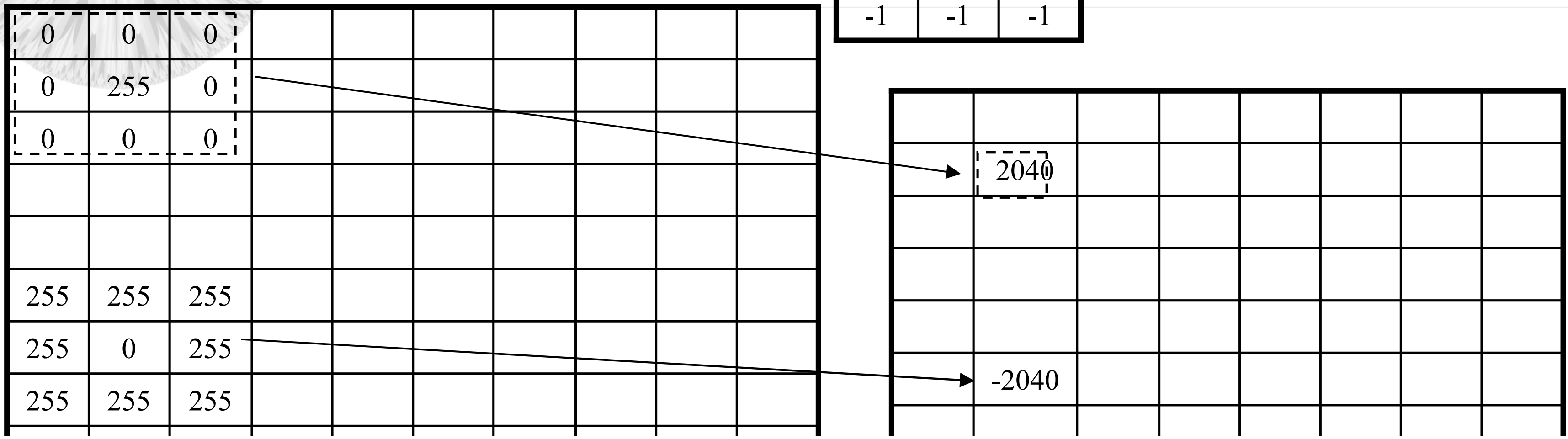
-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

	2040						
	-2040						

Considerando que a máscara usada na convolução é de um filtro Lapalaciano, nota-se que os valores -2040 e 2040 correspondem aos valores extremos que podem ser obtidos com esta operação

Exibição da Imagem de Saída

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



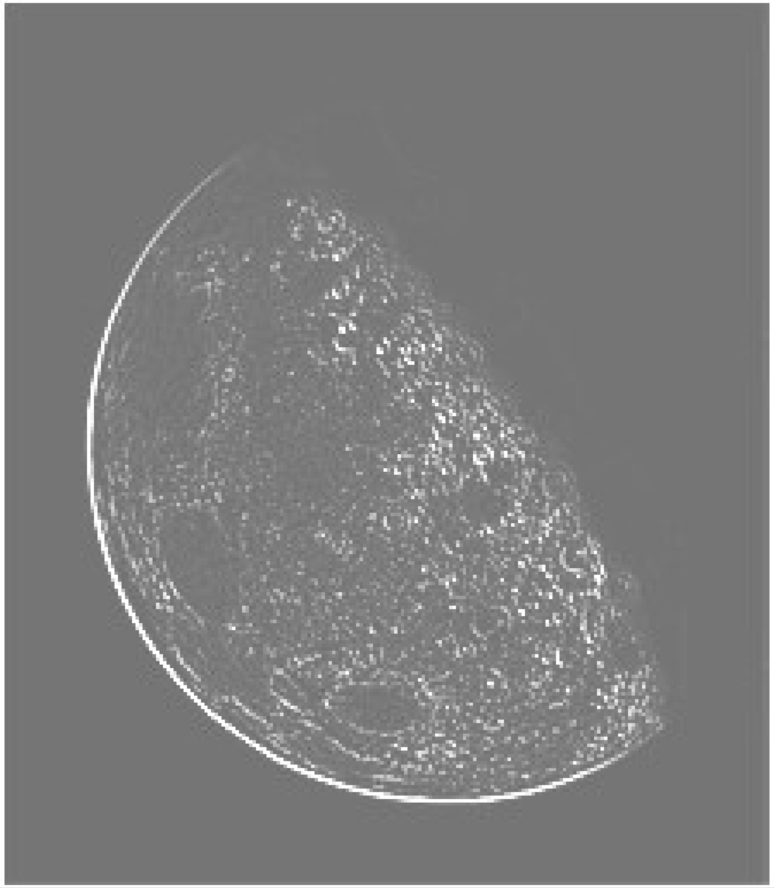
Nota-se ainda que tanto o valor negativo quanto o positivo indicam uma alta frequência no local, assim, no momento de exibir a imagem de saída, eles devem corresponder ao valor 255, ou seja, o sinal deve ser omitido, usando o módulo do valor $f(x) = | x |$

Assim, a faixa de valores de saída passará de -2040 até 2040 para 0 até 2040

Para que possa se adequar a faixa de 0 até 255 da tela, faz-se uma divisão por 8, ficando a expressão: $f(x) = | x | / 8$

Original

Laplaciano



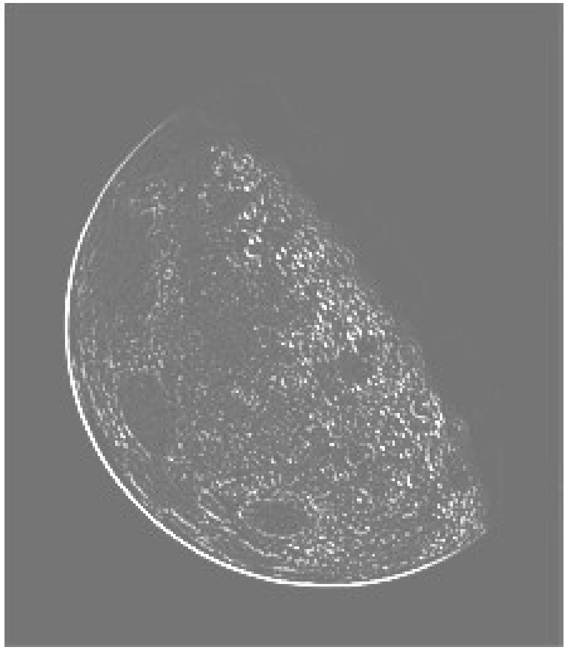
Usando o laplaciano para realçar

Novamente considerando que as imagens possuem frequencias baixas e altas, se à imagem forem somadas as altas frequencias obtidas com o uma Laplaciano, se obterá uma imagem com as altas frequencias reforçadas

Original

+

Laplaciano



=

Altas frequencias reforçadas

Usando o laplaciano para realçar

É possível realizar as duas operações (Calcular o Laplaciano e somar à imagem original) em apenas uma operação de convolução

$$g(x,y) = \begin{cases} f(x,y) - \nabla^2 f(x,y) & \text{se usar} \\ f(x,y) + \nabla^2 f(x,y) & \text{se usar} \end{cases}$$

0	1	0
1	–4	1
0	1	0

0	–1	0
–1	4	–1
0	–1	0

Usando o laplaciano para realçar

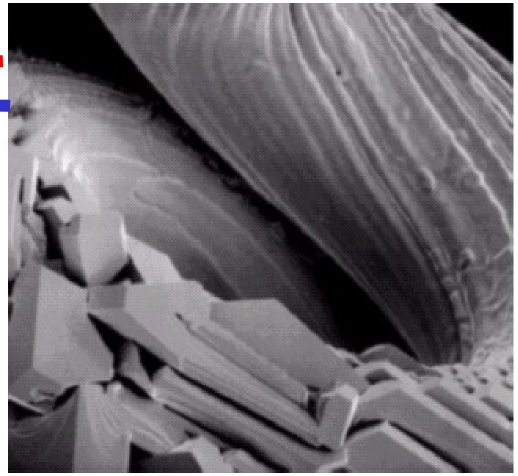
$$\begin{aligned} g(x, y) &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) \\ &\quad + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y) \\ &= \boxed{5}f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) \\ &\quad + f(x, y+1) + f(x, y-1)]. \end{aligned}$$

0	−1	0
−1	5	−1
0	−1	0

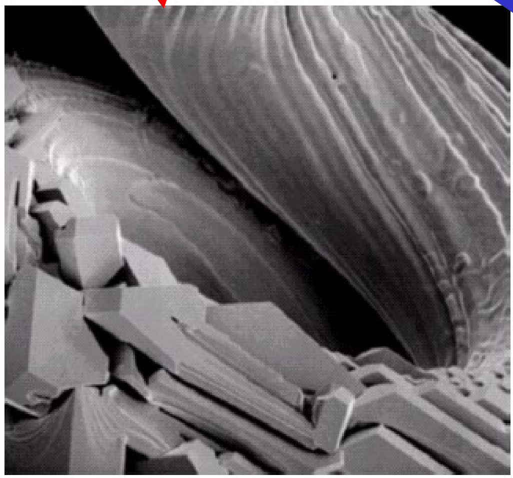
Usando o laplaciano para realçar

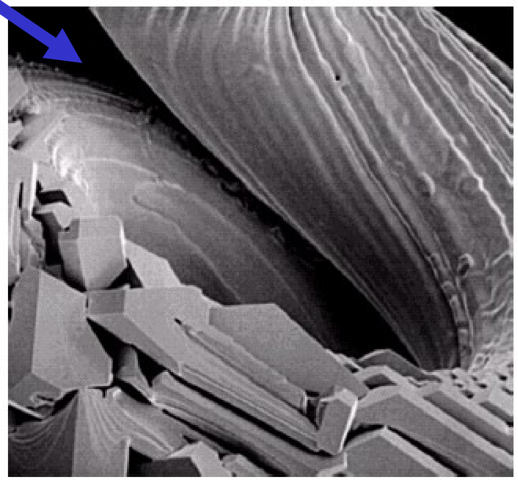
0	−1	0
−1	5	−1
0	−1	0

−1	−1	−1
−1	9	−1
−1	−1	−1



original





a b c
d e

FIGURE 3.41 (a) Composite Laplacian mask. (b) A second composite mask. (c) Scanning electron microscope image. (d) and (e) Results of filtering with the masks in (a) and (b), respectively. Note how much sharper (e) is than (d). (Original image courtesy of Mr. Michael Shaffer, Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene.)

Prática

- 1) Implementar a binarização da imagem
- 2) Implementar o Laplaciano vizinhança 4

0	−1	0
−1	4	−1
0	−1	0