

**Exercícios exemplo. *Example exercises.***

1. Qual o espaço mínimo de armazenamento em bytes (1 byte = 8 bits) para uma imagem de dimensões 512×512, com pixels de 16 bits? *What is the minimum storage space in bytes (1 byte = 8 bits) for an image of dimensions 512 × 512, with 16-bit pixels?*

$$S = 512 \times 512 \times 2 \text{ bytes} = 524288 \text{ bytes}$$

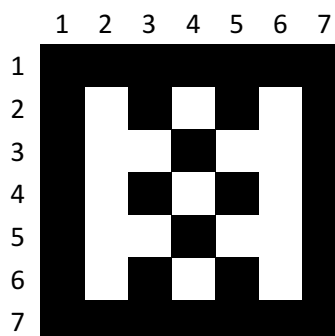
2. Determine a escala de um objecto quadrangular com 3 metros de lado e com 50 pixels de lado na imagem, sendo que esta tem uma resolução geométrica de 150 dpi (1 polegada = 2,5400051 cm). *Determine the scale of a quadrangular object with 3 meters of side and 50 pixels of side in the image, which has a geometric resolution of 150 dpi (1 inch = 2.5400051 cm).*

$$\text{Tamanho do pixel (Pixel size)} = 2.5400051/150 = 0.01693 \text{ cm}$$

$$50 \text{ pixels} = 0.8465 \text{ cm}$$

$$E = 0.8465/300 = 0.002822 = 1/354$$

3. Considere a imagem binária 7×7 seguinte, contendo o conjunto X (representado em tom branco). Para as malhas digitais de conexidade 4 e 8 diga: *Consider the next 7×7 binary image, containing the set X (represented in white tone). For digital connectivity meshes 4 and 8 say:*



a) Quantos objectos conexos há na imagem. *How many connected objects are in the image.*

Conexidade 4 (Connectivity 4): 5

Conexidade 8 (Connectivity 8): 1

b) Qual a distância grafológica entre os pixels: *What is the graphological distance between pixels:*

- (2,2) e (3,5).

Conexidade 4 (Connectivity 4) =  $\infty$

Conexidade 8 (Connectivity 8) = 3

- (5,3) e (3,3).

Conexidade 4 (Connectivity 4) = 4

Conexidade 8 (Connectivity 8) = 2

4. Sendo  $f(z)$  uma operação de Expansão Linear de Contraste determine o valor de  $f(63)$ , sem saturação, a partir da imagem com uma resolução radiométrica de 8-bits. *If  $f(z)$  a Linear Contrast Stretching operation determine the value of  $f(63)$ , without saturation, from the following 8-bit radiometric resolution image.*

$$f_{(8 \times 8)} = \begin{bmatrix} 52 & 55 & 61 & 66 & 70 & 61 & 64 & 73 \\ 63 & 59 & 55 & 90 & 109 & 85 & 69 & 72 \\ 62 & 59 & 68 & 113 & 144 & 104 & 66 & 73 \\ 63 & 58 & 71 & 122 & 154 & 106 & 70 & 69 \\ 67 & 61 & 68 & 104 & 126 & 88 & 68 & 70 \\ 79 & 65 & 60 & 70 & 77 & 68 & 58 & 75 \\ 85 & 71 & 64 & 59 & 55 & 61 & 65 & 83 \\ 87 & 79 & 69 & 68 & 65 & 76 & 78 & 94 \end{bmatrix}$$

$$z_{out} = (z_{in} - a) \times \left( \frac{d - c}{b - a} \right) + c$$

$$f(63) = (63 - 52) \times ((255 - 0) / (154 - 52)) + 0 = 27$$

5. Considere a seguinte imagem de 3 bits: *Consider the following 3-bit image:*

7	7	7	7	7	7	3
7	7	7	7	7	6	4
5	6	6	6	7	7	2
3	4	4	4	5	7	6
3	2	3	3	4	3	5
2	2	3	2	2	3	4
2	2	2	2	2	2	1

a) Construa, em forma de tabela, os histogramas de frequências absolutas e cumulativas. *Construct, in table form, histograms of absolute and cumulative frequencies.*

x	0	1	2	3	4	5	6	7
h(x)	0	1	12	8	6	3	5	14
a(x)	0	1	13	21	27	30	35	49

6. Considere uma rotação de 30°, no sentido dos ponteiros do relógio, de uma dada imagem com dimensões Linhas × Colunas = 10 × 20. Quais as dimensões da nova imagem? *Consider a 30 ° clockwise rotation of a given image with dimensions Lines × Columns = 10 × 20. What are the dimensions of the new image?*

$$\text{Linhas (Rows)} = 10 \times \cos(30) + 20 \times \sin(30) = 19$$

$$\text{Colunas (Columns)} = 10 \times \sin(30) + 20 \times \cos(30) = 23$$

7. Dados os seguintes quatro níveis de cinzento,  $f(7,200) = 136$ ;  $f(8,200) = 137$ ;  $f(7,201) = 140$ ; e  $f(8,201) = 146$ , calcule o valor na posição (7.4, 200.8) usando o método de interpolação bilinear. *Given the following four gray levels,  $f(7,200) = 136$ ;  $f(8,200) = 137$ ;  $f(7,201) = 140$ ; and  $f(8,201) = 146$ , calculate the value at the position (7.4, 200.8) using the bilinear interpolation method.*

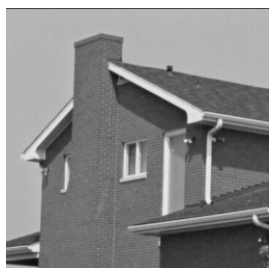
$$a = 136 \times 0.2 + 140 \times 0.8 = 27.2 + 112 = 139.2$$

$$b = 137 \times 0.2 + 146 \times 0.8 = 27.4 + 116.8 = 144.2$$

$$c = 139.2 \times 0.6 + 144.2 \times 0.4 = 83.52 + 57.68 = 141.2$$

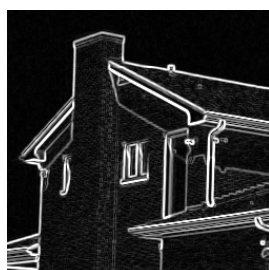
8. Se à imagem X for aplicada uma operação de convolução com o kernel H, e fossem representados os valores absolutos dos valores resultantes, qual será a imagem resultante mais provável de entre as

imagens a), b), c) e d)? Justifique. *If a convolution operation with the kernel  $H$  was applied to the  $X$  image and the absolute values of the resulting values were represented, what would be the most likely resulting image between images a), b), c) and d)? Justify.*



X

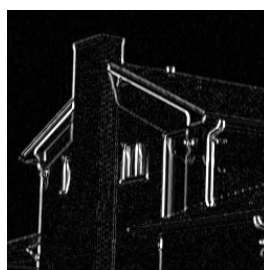
$$H = \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



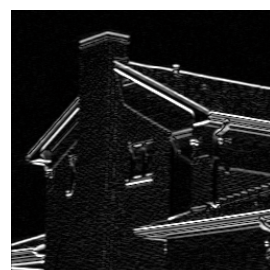
a)



b)



c)



d)

9. Na matriz  $3 \times 3$  seguinte, que valor deve ser colocado na posição em falta para que possa ser considerada um filtro passa-alta? Qual o nome do filtro em causa? *In the next  $3 \times 3$  matrix, what value should be placed in the missing position so that it can be considered a high-pass filter? What is the name of the filter in question?*

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

0. Sobel

10. Para a ilustração seguinte, qual o resultado da convolução entre a máscara  $M$  e imagem  $F$ , no pixel central de  $F$ ? *For the following illustration, what is the result of the convolution between the mask  $M$  and the image  $F$ , in the central pixel of  $F$ ?*

F

10	100	110	40	80
90	20	190	25	20
50	210	220	190	150
30	240	255	200	130
140	110	150	60	90

M

-2	-1	4	-1	-2
----	----	---	----	----

$$x = -2 \cdot 50 - 1 \cdot 210 + 4 \cdot 220 - 1 \cdot 190 - 2 \cdot 150 = 80$$

11. Deduza a expressão geral resultante da aplicação do operador de Sobel bidirecional (N-S e E-W) à função  $3 \times 3$  genérica a seguir representada. Considere, para o efeito, apenas as posições em que o *kernel* está totalmente incluído na janela da referida imagem. *Represente a função resultante. Derive the general expression resulting from the application of the bidirectional Sobel operator (N-S and E-W) to the generic  $3 \times 3$  function shown below. Consider, for this purpose, only the positions where the kernel is fully included in the window of that image. Represent the resulting function.*

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

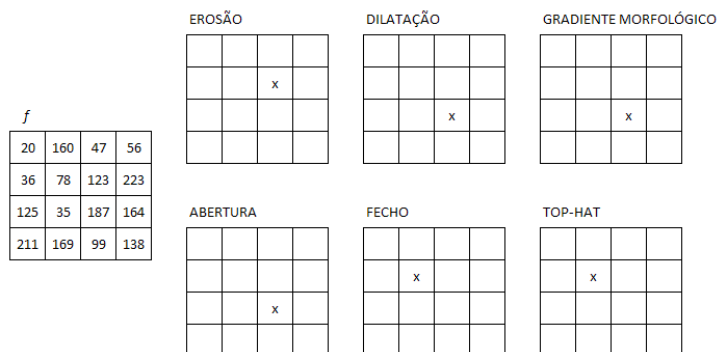
$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$s_v = -(a_{11} + 2 \times a_{21} + a_{31}) + (a_{13} + 2 \times a_{23} + a_{33})$$

$$s_h = (a_{11} + 2 \times a_{12} + a_{13}) - (a_{31} + 2 \times a_{32} + a_{33})$$

$$s = \text{abs}(s_h) + \text{abs}(s_v)$$

12. Considere a imagem grey-level  $f$  da figura seguinte. Determine o valor dos pixels marcados com “x”, após a execução da operação mencionada em cada um dos casos, aplicada a  $f$ . *Consider the gray-level image  $f$  of the following figure. Determine the value of the pixels marked with "x", after executing the operation mentioned in each case, applied to  $f$ .*



Erosão (*Erosion*): 35

Dilatação (*Dilation*): 223

Gradiente morfológico (*Morphological gradient*):  $223 - 35 = 188$

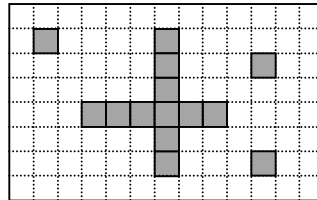
Abertura (*Opening*): 99

Fecho (*Closing*): 160

Top-Hat:  $78 - 47 = 31$

13. Considere a seguinte imagem binária X. Com recurso a operações binárias lógicas e/ou operações morfológicas elementares de erosão e dilatação, descreva, passo a passo, como procederia para separar a linha horizontal da vertical. E como obteria apenas os pontos isolados? *Consider the following binary*

image X. Using logical binary operations and / or elementary morphological operations of erosion and dilation, describe, step by step, how to separate the horizontal line from the vertical. And how would you get only the isolated points?



- 1) Linha horizontal: erosão seguida de dilatação com um elemento estruturante do tipo linha, com comprimento  $>1$  e  $<6$  e orientação  $0^\circ$ . *Horizontal line: erosion followed by dilatation with a structuring element of the line type, with length  $>1$  and  $<6$  and orientation  $0^\circ$ .*
  - 2) Linha vertical: erosão seguida de dilatação com um elemento estruturante do tipo linha, com comprimento  $>1$  e  $<6$  e orientação  $90^\circ$ . *Vertical line: erosion followed by dilatation with a structuring element of the line type, with length  $>1$  and  $<6$  and orientation  $90^\circ$ .*
  - 3) Pontos isolados: Imagem inicial AND NOT [ (1) OR (2) ]. *Isolated points: Initial image AND NOT [(1) OR (2)].*
-