

Justifique todas as respostas

1. Qual a operação aritmética entre imagens que se pode utilizar na área da imagiologia médica para melhorar a análise dos resultados dos exames, nomeadamente, quando se aplica ao paciente um agente contrastante. Justifique a resposta. (1)

Solução: Subtração entre as imagens com e sem a aplicação do elemento contrastante.

2. Considere que dispõem da seguinte imagem, mas pretende aumentar a sua resolução para o dobro. Dê um exemplo dessa nova imagem e justifique a opção tomada tendo em consideração a qualidade e o peso computacional face a outros métodos existentes para realizar a mesma operação. (1)

0	10	20	30
10	20	30	40
20	30	40	50
30	40	50	60

Solução:

0	0	10	10	20	20	30	30
0	0	10	10	20	20	30	30
10	10	20	20	30	30	40	40
10	10	20	20	30	30	40	40
20	20	30	30	40	40	50	50
20	20	30	30	40	40	50	50
30	30	40	40	50	50	60	60
30	30	40	40	50	50	60	60

Método de interpolação pelo vizinho mais próximo. Comparado com os outros métodos de interpolação mais comuns (bilinear ou bicúbica), é mais simples e por isso envolve menos peso computacional, mas visualmente apresenta piores resultados.

3. Considere que pretende projetar uma câmara cuja lente tem uma distância focal de 10 mm.
- a. Tendo em atenção a seguinte tabela com as dimensões de sensores que poderá utilizar na câmara, escolha o sensor que permita a câmara ter os seguintes ângulos do campo de visão: $\varphi_L = 66,85^\circ$ (largura) e $\varphi_H = 47,5^\circ$ (altura). (1)

Tipo	Largura (mm)	Altura (mm)
1/4"	3.60	2.70
1/3"	4.80	3.60
1/2"	6.40	4.80
1"	13.20	8.80

Solução: Sensor de 1".

- b. Determine a distância a que um objeto com uma altura de 2m deverá estar da câmara para que seja totalmente visualizado por esta (apresente a resposta em milímetros). (1)

Solução: O objecto deverá ser colocado a 2273mm.

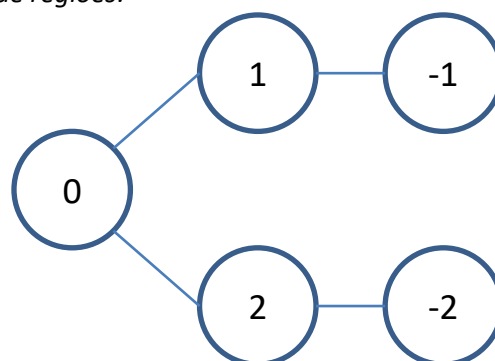
4. Construa o grafo de adjacência de regiões para a seguinte imagem binária, considerando vizinhança 4. Descreva todos os passos necessários. (1,5)

	1	1	1			
	1		1			
1	1		1			
	1	1	1			
				1	1	1
				1		1
			1	1	1	1

Solução: Etiquetação das regiões dos pixéis ativos (etiquetas 1 e 2) e dos pixéis correspondentes ao fundo (etiqueta 0) e aos buracos (etiquetas -1 e -2):

0	1	1	1	0	0	0
0	1	-1	1	0	0	0
1	1	-1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	2	2	2
0	0	0	0	2	-2	2
0	0	0	2	2	2	2

Grafo de adjacência de regiões:



5. Considere que dispõe dos seguintes padrões de treino e teste, respetivamente:

$z_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	0,7	1	1,7	2,5	3,2	3
	1	2,1	1,2	3,7	3	1
ω_i	1	1	1	2	2	2

Padrões de Treino

$q_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	1,2	2	1,6	3,6
	0,9	2	4	2,2

Padrões de Teste

- a. Proceda à classificação dos padrões de teste com base na distância ao centróide. (1,5)

Solução:

Centroides calculados a partir do conjunto de treino:

$z_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	0,7	1	1,7	1,13	2,5	3,2	3	2,9
	1	2,1	1,2	1,43	3,7	3	1	2,57
ω_i	1	1	1	C₁	2	2	2	C₂

Classificação dos padrões de teste com base na distância euclidiana aos centroides:

$q_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	1,2	2	1,6	3,6
	0,9	2	4	2,2
$Dist_{euclidean}(q_i, C_1)$	0,54	1,04	2,61	2,58
$Dist_{euclidean}(q_i, C_2)$	2,38	1,06	1,94	0,79
$\hat{\omega}_i = k : k = \underset{k=1,2}{\operatorname{argmin}} Dist_{euclidean}(q_i, C_k)$	1	1	2	2

- b. Realize agora a classificação dos dois primeiros padrões de teste com base no algoritmo de k-vizinhos mais próximos com $k = 3$. (1)

Solução:

Distância dos dois primeiros padrões de teste aos padrões de treino e classe estimada:

$z_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$	0,7	1	1,7	2,5	3,2	3	
	1	2,1	1,2	3,7	3	1	
ω_i	1	1	1	2	2	2	$\hat{\omega}_j$
$Dist_{euclidean}(q_1, z_i)$	0.51	1.22	0.58	3.09	2.9	1.80	1
$Dist_{euclidean}(q_2, z_i)$	1.64	1.00	0.85	1.77	1.56	1.41	1

6. Considere que uma imagem apresenta o histograma da figura 1(a).

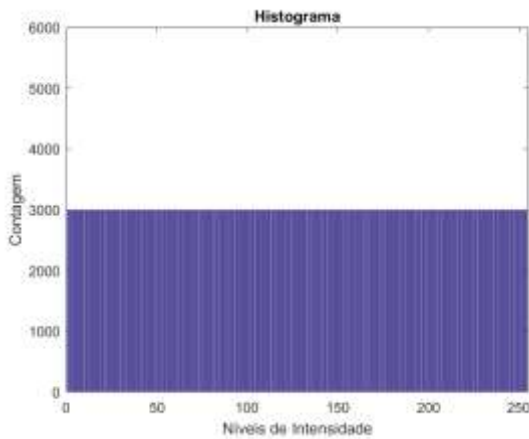


Figura 1(a)

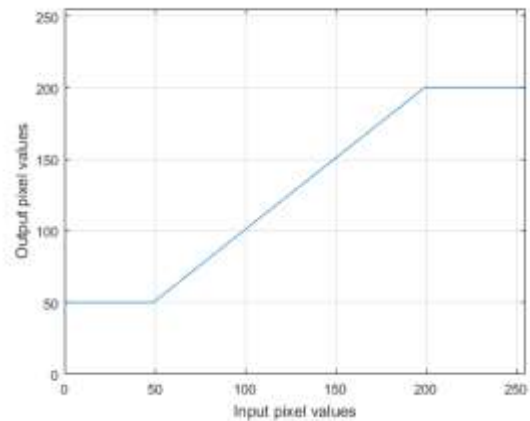
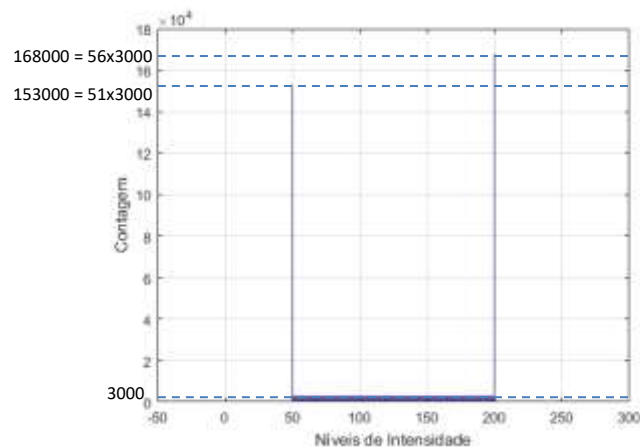


Figura 1(b)

- a. Esboce, aproximadamente, o histograma da imagem resultante da aplicação da função descrita na figura 1(b) aos valores dos pixels da imagem original. Justifique a resposta. (1)



- b. Considerando que a imagem tem uma relação largura/altura de 4/3, determine, aproximadamente, a sua resolução. (1)

Solução: Resolução da imagem 759 x 1012 (linhas x colunas).

7. Dada a imagem a cores representada pelos seguintes planos de cor:

200	50
70	90

Plano R

100	120
50	60

Plano G

20	100
220	80

Plano B

- a. Calcule as componentes da imagem no espaço YUV, considerando a seguinte matriz de transformação: (1)

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,147 & -0,289 & 0,436 \\ 0,615 & -0,515 & -0,1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Solução:

120,78	96,79
75,36	71,25

Plano Y

-49,58	1,57
71,18	4,31

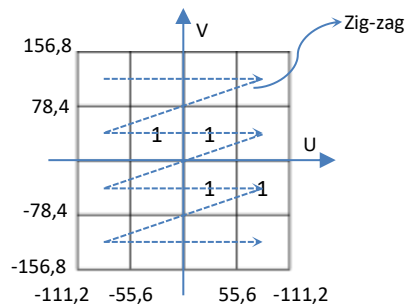
Plano U

69,5	-41,05
-4,7	16,45

Plano V

- b. Determine um histograma de crominância, considerando que se atribui 2 bits para codificar cada uma das componentes. (1)

Solução: Considerando um histograma bidimensional para as componentes de crominância UV.



$$H_{UV} = \{0; 0; 0; 0; 0; 0; 1; 1; 0; 0; 0; 0; 1; 1; 0; 0; 0; 0\}$$

8. Considere que num determinado instante de tempo t , um algoritmo de detecção de movimento apresenta as seguintes imagens, que correspondem ao fundo da cena e à imagem da sequência de vídeo adquirida nesse instante de tempo.

100	102	101
120	120	130
135	130	132

Imagem de fundo do instante t

102	105	95
115	125	203
140	210	70

Imagem do instante t

- a. Determine a imagem binária que representa o movimento ocorrido na cena no instante t (considere um limiar de 30). (1)

Solução:

0	0	0
0	0	1
0	1	1

- b. Pretende-se implementar uma estratégia de atualização da imagem fundo para o próximo instante de tempo, com base na informação anterior. Descreva um processo para realizar essa tarefa. (1)

Solução: Possível atualização da imagem de fundo:

$$B_{t+1}(r, c) = \begin{cases} B_t(r, c) & \text{se } (r, c) \text{ pixel activo} \\ \alpha B_t(r, c) + (1 - \alpha) I_t(r, c) & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Considerando $\alpha = 0,7$

101	103	99
118	121	130
136	130	132

Imagem de fundo do instante $t+1$

9. Diga, justificando, se a utilização da informação da direção do gradiente da imagem simplifica o algoritmo da transformada de Hough para a detecção de retas ou círculos. (1)

Solução: Desenvolver a questão de que a direção do gradiente é perpendicular aos contornos e indica o ângulo da reta ou a direção do centro da circunferência, simplificando e aumentando a eficiência do algoritmo da transformada de Hough.

10. Considere a seguinte decomposição da matriz de projeção, onde as coordenadas métricas estão expressas em milímetros:

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix}$$

- a. Diga quais são e o que representam os parâmetros extrínsecos da matriz de projeção. (1)

Solução:

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 1000 \\ 500 \end{bmatrix}$$

Matriz de rotação entre o referencial do mundo e da câmara.

Vetor de translação entre o referencial do mundo e da câmara.

- b. Assumindo que o eixo ótico intercepta o sensor no seu centro geométrico, diga se o ponto $Q = [1000 \ 500 \ 200]^T$ representado no referencial do mundo é visualizado pela câmara. (1)

Solução: Sim, é visível pela câmara. $Q' = [319; 234]^T$, dentro da resolução máxima da imagem de 640 colunas por 480 linhas.

- c. Qual a matriz de homografia que transforma o plano XZ do referencial do mundo no plano de imagem da câmara. (1)

Solução:

$$P \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -2 & 320 & 160200 \\ -2 & 0 & 240 & 118000 \\ 0 & 0 & 0 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 320 & 160200 \\ -2 & 240 & 118000 \\ 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Assim, a matriz de homografia é dada por:

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 320 & 160200 \\ -2 & 240 & 118000 \\ 0 & 1 & 500 \end{bmatrix}$$

11. Considere que pretende desenvolver um sistema automático de classificação de peças produzidas numa unidade fabril. A figura seguinte mostra um exemplo do tipo de imagens que o sistema adquire para as diferentes peças.



Peça 1



Peça 2



Peça 3

Descreva os passos que considera importantes para a implementação deste sistema, nomeadamente, que algoritmos de processamento de imagem são necessários e como poderá realizar a classificação das peças. (2)

Solução:

Desenvolver uma possível sequência de operações:

- *Binarização inversa com um limiar muito perto do valor máximo de 255 (fundo praticamente branco);*
- *Aplicação de operadores morfológicos para melhoramento da imagem binária, por exemplo, fecho;*
- *Extração de componentes conexos;*
- *Extração de características, como por exemplo, a característica 1 seria a área da região ativa para eliminar regiões cujas áreas não correspondessem aos objetos de interesse; a característica 2 seria a circularidade das regiões ativas para classificar/distinguir a peça 3 e a característica 3 seria a intensidade média do plano encarnado da região correspondente ao objeto para classificar a peça 1 e a peça 2:*
 - *o cálculo da circularidade envolve a determinação da área do contorno exterior da região ativa e o seu perímetro;*
 - *o cálculo da intensidade média do plano encarnado, envolve a utilizar da imagem binária como máscara para retirar os valores da componente encarnada somente dos pixels da região ativa – objeto;*
- *Classificação: árvore de decisão, onde a primeira característica a testar seria a característica 1 (área) para eliminar regiões com áreas não correspondes aos objetos de interesse; a segunda característica a testar é a característica 2 (circularidade) com um valor de limiar perto do limite correspondente ao círculo e separava a peça 3 das peças 1 e 2; a terceira característica a testar seria a característica 3 (intensidade média do plano encarnado dos pixels da região ativa) com um limiar entre os valores da peça 1 (média menor) e peça 2 (média maior). Os valores dos limiares seriam ajustados com base num conjunto de treino.*