

***Justifique todas as respostas***

---

1. Indique uma possível razão porque o sistema visual humano é mais sensível à luminosidade do que à informação de cor. (1)

*Desenvolver diferença do número de bastonetes e cones na retina do olho humano e qual a informação que cada tipo de fotorreceptores capta.*

2. Diga, justificando, qual das câmaras com tecnologia CCD ou CMOS, considera mais adequada para aplicações de vídeo vigilância. (1)

*A resposta depende da justificação e está relacionada com as vantagens e desvantagens de cada uma das tecnologias. Por exemplo, se o sistema de vídeo vigilância opera num ambiente de baixa luminosidade, a característica importante é a sensibilidade e a escolha recairia na tecnologia CCD.*

3. Considere que dispõe de uma câmara com distância focal de 10mm.

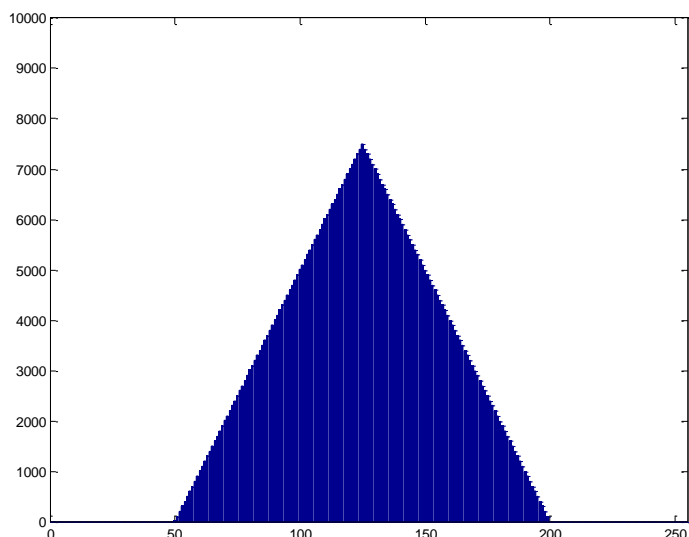
- a. Utilizando o modelo de projeção simples, determine a dimensão em milímetros no plano de imagem de um objeto à distância de 5m, com as seguintes dimensões reais: largura 50cm, altura 170cm. (1)

*Largura 1mm, altura 3,4 mm*

- b. Considerando que dispõe de um sensor CCD de resolução 1280 colunas por 1024 linhas (1,3 MPixel) e dimensão 6.4mm (largura) x 4.8mm (altura) (sensor de 1/2”), determine agora a dimensão em pixéis que o objeto apresenta na imagem. (1)

*Largura 200 pixéis, altura 725 pixéis.*

4. Considere que uma imagem apresenta o seguinte histograma.



Diga, justificando, que função poderá aplicar à imagem para aumentar o contraste sem alterar, significativamente, a forma do histograma. (1)

Por exemplo:  $f(x) = O_{min} + \frac{O_{max}-O_{min}}{I_{max}-I_{min}}(x - I_{min})$  (função correção gama com  $\gamma = 1$ )  
onde  $O_{min} = 0$ ,  $O_{max} = 255$ ,  $I_{min} = 50$  e  $I_{max} = 200$

5. Considere que se obteve as seguintes imagens de realçamento das transições verticais e horizontais, respetivamente:

30	30	150	30
30	30	50	30
0	50	30	30
30	30	30	30

dx

30	30	0	30
30	30	50	30
150	50	30	30
30	30	30	30

dy

a. Determine uma imagem de contornos, supondo um limiar de 60. (1)

0	0	1	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	0	0	0

b. Calcule o histograma de amplitude e direções de contornos, considerando 2 níveis de amplitude (considere um segundo limiar de 100) e 4 níveis de direção. (2)

$F_{magdir} = \left\{ \left( \frac{2}{16}, \frac{2}{16} \right) \left( \frac{1}{16}, \frac{1}{16}, 0, \frac{2}{16} \right) \right\}$  correspondente a  
{(Amplitude fraco, Amplitude forte)(direção horizontal, direção vertical, direção 45°, direção -45°)}

6. Considere o seguinte conjunto de dados  $Z = \{(1;0); (-1;0); (2;2,2); (-2;-2,1)\}$ :

- a. Utilizando o seguinte conjunto de treino,  $X^1 = \{(1,5;1)\}$  e  $X^2 = \{(-0,5;-0,5); (0;1)\}$ , classifique os dados de  $Z$  com base no algoritmo do vizinho mais próximo. (1)

$\hat{\Omega} = \{\omega_1; \omega_2; \omega_1; \omega_2\}$ , para os padrões de  $Z$ , respetivamente.

- b. Considere agora que pretende utilizar o algoritmo de distância ao centroide. Estime o melhor conjunto de centroides para os dados  $Z$  segundo o algoritmo de k-médias. (2)

Considerando a seguinte inicialização (visualização do gráfico dos padrões):

$$C^{(0)} = \{(-1,5; -1); (1,5; 1)\}$$

Resultado final:

$$C^{(1)} = \{(-1,5; -1,05); (1,5; 1,1)\}$$

7. Considere a seguinte imagem binária:

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

- a. Determine a imagem correspondente à fronteira da região ativa, considerando o perímetro  $P_8$ . (1)

		1	1	1		
	1				1	
		1			1	
		1		1		
			1			

- b. Proceda ao cálculo do comprimento do perímetro, utilizando a métrica  $L_\infty$  (distância de chessboard ou Chebyshev),  $d_{Chess}(p, q) = \max_{i=1, \dots, N} |p(i) - q(i)|$ , onde  $N$  define a dimensão dos vetores  $p$  e  $q$ .

$$|P_8| = 10 \quad (1)$$

- c. Considerando uma medida de circularidade dada por  $C = \frac{4\pi A}{|P|^2}$ , onde  $A$  representa a área da região e  $P$  o seu perímetro. Assumindo um limiar de 0,8, determine se a região representada na imagem binária é ou não circular. (1)

$C = \frac{4\pi 16}{10^2} = 1$ , a região é circular (necessário justificar entre que valores deverá variar esta expressão de circularidade e o que significam os valores limite deste intervalo).

8. Descreva uma metodologia para a detecção de objetos em movimento para o caso de um sistema em que a câmara também está em movimento, por exemplo, para utilização num veículo automóvel. (2)

*Desenvolver metodologia de segmentação baseado no campo de movimento (vetores de movimento).*

9. Considere uma câmara representada pelo modelo de projeção de perspetiva simples, que tem um sensor com 640 colunas e 480 linhas, conhecem-se os seguintes parâmetros intrínsecos,  $k_u = k_v = 0,2$ , que o eixo ótico cruza o centro geométrico do sensor e que a lente tem uma distância focal de 10mm. Considere ainda que dispõe da seguinte decomposição da matriz de projeção, onde as coordenadas métricas estão expressas em milímetros:

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

- a. Considere que o ponto 3D,  $P^w \rightarrow (1000, 1000, 500)^T$ , está representado no referencial do mundo. Determina as coordenadas deste ponto no referencial da câmara. (1)

$$p = \begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = P \cdot P^w = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -2 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 100 \\ 1 & 0 & 0 & 1000 \\ 0 & 0 & 1 & 500 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 500 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 318200 \\ 236000 \\ 1000 \end{bmatrix}$$

$$u = \frac{\lambda u}{\lambda} = \frac{318200}{1000} \approx 318; v = \frac{\lambda v}{\lambda} = \frac{236000}{1000} = 236$$

- b. Diga, justificando, se esse ponto é visível pela câmara. (1)

Sim,  $0 \leq u < 640$  e  $0 \leq v < 480$

10. Considere que as seguintes matrizes representam duas imagens consecutivas de uma sequência de vídeo.

0	1	1	1	1	1	0
1	2	4	5	6	1	1
1	4	5	7	6	5	2
1	2	6	6	5	2	1
1	2	5	6	3	2	1
1	2	2	3	3	2	1
0	1	2	2	2	1	0

(t)

5	6	4	3	3	2	7
4	3	3	2	0	4	0
2	5	1	7	0	5	3
4	2	2	2	3	4	1
6	0	0	3	4	3	1
7	2	3	7	1	1	6
2	4	1	1	6	4	4

(t+1)

Baseado na distância entre histogramas, na métrica  $L_1$  (distância de Manhattan ou City-block),  $d_{Manh}(p, q) = \sum_{i=1}^N |p(i) - q(i)|$ , e considerando um limiar de 30, determine se há mudança de cena entre estas duas imagens. (2)

$$histograma(Imagem\ t) = [4\ 17\ 12\ 3\ 2\ 5\ 5\ 1]$$

$$histograma(Imagem\ t + 1) = [5\ 7\ 8\ 9\ 9\ 3\ 4\ 4]$$

$$d_{Manh}(h_t, h_{t+1}) = 34 > 30, \text{ existe mudança de cena.}$$