

Justifique todas as respostas

1. Diga em termos gerais e justificando do ponto de vista do modelo de formação da imagem, porque as pessoas necessitam de utilizar óculos. (1)

Desenvolver modelo de projeção de perspectiva e a sua comparação com o sistema visual humano, nomeadamente, a função do cristalino como lente do olho.

2. Descreva uma das possíveis anomalias que podem ocorrer na geração de uma imagem digital devido à simplificação do modelo de projeção do dispositivo real de aquisição. (1)

Desenvolver, por exemplo, a distorção radial (efeito “barril”) ocorridas na imagem provocadas por anomalias nas lentes.

3. O olho humano pode ser aproximado a uma esfera com 2 cm de diâmetro, com distância focal de 15 mm e a área da fóvea aproximada a um quadrado de 1,5x1,5mm. Determine a dimensão máxima de um objeto para que a uma distância de 40 cm, esteja totalmente nítido na imagem recebida/interpretada no nosso cérebro. (1)

Altura x Largura = 4 cm x 4 cm

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

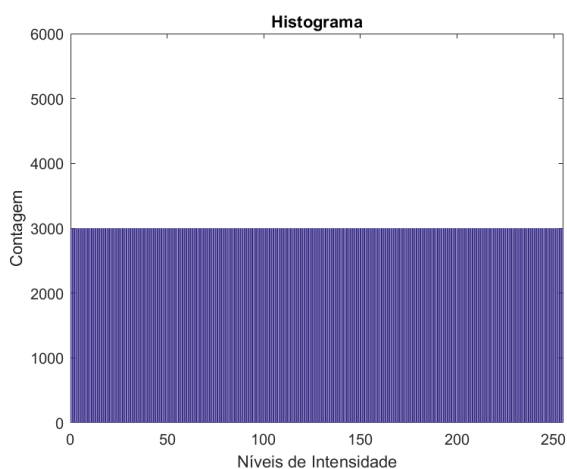


Figura 1(a)

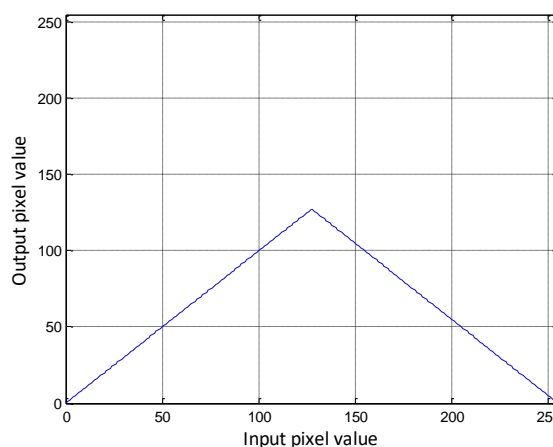
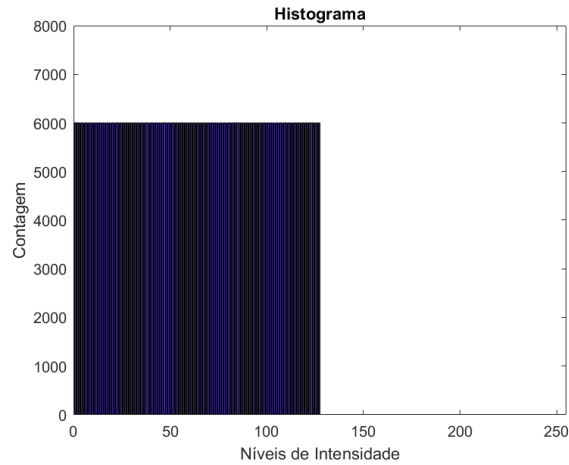


Figura 1(b)

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



- b. Conclua quanto ao aumento ou diminuição do contraste da imagem original. (1)

Existe uma diminuição de contraste porque a gama dinâmica dos níveis de cinzento diminui de [0; 255] para [0; 127].

5. Considere a seguinte imagem monocromática original (a) e uma cópia contaminada com ruído (b):

0	0	0	0
0	70	70	70
0	70	200	200
0	70	200	255

(a)

0	0	0	0
0	100	80	70
0	70	150	200
0	70	200	255

(b)

- a. Determine o resultado da filtragem de média com base numa máscara de dimensão 3x3 (*box filter*). (1)

(considere que só processa os pixéis da imagem com sobreposição total com a máscara)

Máscara do filtro

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

Resultado $I_{(b)}^{BoxFilter}$

0	0	0	0
0	44	74	70
0	74	133	200
0	70	200	255

- b. Determine agora o resultado com base numa filtragem de mediana onde a máscara apresenta as mesmas dimensões da anterior. (1)

$I_{(b)}^{Med Filter}$

0	0	0	0
0	0	70	70
0	70	100	200
0	70	200	255

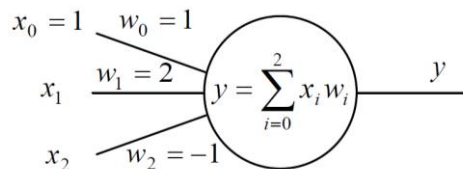
- c. Com base no erro quadrático médio, $Eqm = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [I_1(i, j) - I_2(i, j)]^2$, determine qual a técnica de filtragem que melhor resultados obteve. (1)

$$Eqm(I_{(a)}; I_{(b)}^{BoxFilter}) = 324,8$$

$$Eqm(I_{(a)}; I_{(b)}^{Med Filter}) = 931,3$$

Como $Eqm(I_{(a)}; I_{(b)}^{BoxFilter}) < Eqm(I_{(a)}; I_{(b)}^{Med Filter})$, a técnica que melhor resultados obteve foi a filtragem de média.

6. Considere o seguinte perceptrão, cujos pesos foram estimados com base num conjunto de padrões de treino.



- a. Atendendo ao seguinte conjunto de padrões de teste supervisionado, determine a matriz de confusão do classificador. (1,5)

	Padrões			
	x^1	x^2	x^3	x^4
x_1^k	0	2	0	-1
x_2^k	2	1	-1	0
Classe	1	1	2	1
y	-1	4	2	-1
$\hat{\omega}$	1	2	2	1

onde

$$\hat{\omega} = \begin{cases} \omega_1 & \text{se } y < 0 \\ \omega_2 & \text{se } y \geq 0 \end{cases}$$

Matriz de confusão

		$\hat{\omega}$	
		1	2
ω	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
	2	0	1

- b. Sabendo que a probabilidade a priori da classe 2 é $\frac{1}{3}$, determine a probabilidade de erro do classificador. (1)

$$P_e = \frac{2}{3} \frac{1}{3} + \frac{1}{3} 0 = \frac{2}{9}$$

7. Dadas as seguintes imagens de uma sequência de vídeo, pretende-se proceder à deteção de movimento baseada na subtração de imagens consecutivas.

100	102	101
120	120	130
135	130	132

Instante $t-1$

200	105	95
115	125	203
140	210	195

Instante t

Indique os centroides das regiões onde existe movimento, considere um limiar para a binarização de 30. (1,5)

$$|I_t - I_{t-1}|$$

100	3	6
5	5	73
5	80	63

$$|I_t - I_{t-1}| > 30$$

1	0	0
0	0	1
0	1	1

Imagem de etiquetas

1	0	0
0	0	2
0	2	2

Centroide da região 1: $C_1 = (0; 0)$

Centroide da região 2: $C_2 = \left(\frac{5}{3}; \frac{5}{3}\right)$

8. Indique, justificando, dois motivos porque se deve implementar um algoritmo de adaptação da imagem de fundo num sistema automático de videovigilância de um parque de estacionamento exterior que opere durante muitas horas ao longo do dia. (1)

Desenvolver alteração da luminosidade ao longo do dia e alteração dos veículos estacionados.

9. Diga, justificando, se a transformada de Hough poderá ser aplicada na deteção de outras figuras geométricas para além de retas ou círculos. (1)

Desenvolver transformada de Hough generalizada.

10. Diga como o campo de movimento pode ser utilizado para a segmentação de vídeo. (1)

Desenvolver segmentação de vídeo com base em alterações de cena, realizando a deteção de alterações significativas entre imagens consecutivas ou alterações nos movimentos da câmara, por exemplo, determinação dos histogramas normalizados dos vetores de movimento entre imagens consecutivas e utilizar uma métrica de distâncias entre histogramas para determinar alterações significativas.

11. Considere a seguinte matriz C .

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 2 & -320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- a. Corrija esta matriz por forma a representar a matriz dos parâmetros intrínsecos de uma câmara de vídeo. Justifique a resposta. (1)

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- b. Se o eixo ótico interceptar o centro geométrico do sensor, diga qual a resolução da imagem obtida por esta câmara. Justifique a resposta. (1)

$$\text{Número de colunas} \times \text{Número de linhas} = 640 \times 480$$

- c. Determine se o pixel que corresponde ao ponto 3D dado por $[3500, 500, 20]$ (mm), representado no referencial da câmara $([X^C, Y^C, Z^C])$, é visível na imagem. (1)

$$\begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 320 \\ 0 & -3 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3500 \\ 500 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13400 \\ 3300 \\ 20 \end{bmatrix}$$
$$u = \frac{\lambda u}{\lambda} = 670 \quad v = \frac{\lambda v}{\lambda} = 165$$

Como $u > 640$ o ponto 3D não é visível na imagem.

12. Considere que se pretende implementar um sistema de inspeção para controlar o correto enchimento de embalagens de comprimidos. As figuras seguintes ilustram imagens adquiridas pelo sistema onde se mostra o correto enchimento (figura 2(a)) e uma falha (figura 2(b)).



Figura 2(a)

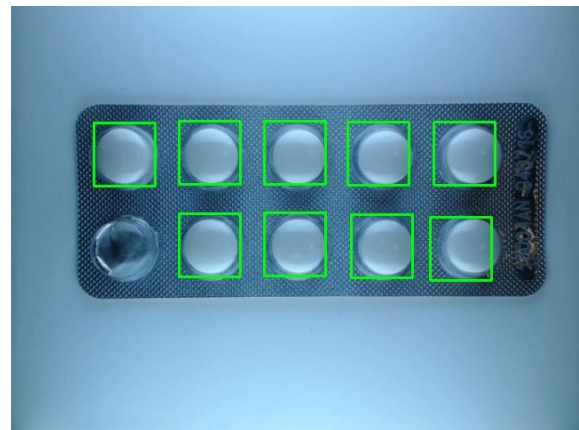


Figura 2(b)

- Descreva os passos que considera importantes para a implementação deste sistema, nomeadamente, que algoritmos de processamento de imagem são necessários. (2)

Desenvolver uma possível sequência de operações:

- Detecção de contornos, por exemplo, Canny;
- Detecção do contorno exterior;
- Extração de características para alinhamento (rotação e translação) com a embalagem de comprimidos de referência (modelo de fundo), considerando que a embalagem adquirida para inspeção poderá não estar sempre na mesma localização e com a mesma orientação;
- Subtração entre a imagem alinhada e o modelo de fundo (embalagem de referência);
- Binarização com limiar global ajustado ao problema (treino);
- Aplicação de operadores morfológicos para melhoramento da imagem binária, por exemplo, fecho;
- Extração de componentes conexos;

- *Extração de propriedades geométricas (por exemplo, área, circularidade e centroide) das regiões e seleção das que têm área significativa (eliminação de regiões com área inferior de um determinado limiar, ajustado ao problema, treino);*
- *Verificação de regiões detetadas (falhas de enchimento), nomeadamente, número, circularidade e localização.*