

Justifique todas as respostas

1. Quais as principais diferenças entre os dois tipos de células fotossensíveis do olho humano, cones e bastonetes? (1)

Desenvolver aspetos relacionados com o tipo de informação percecionada (cor ou intensidade luminosa), número de células fotossensíveis, distribuição ao longo da retina, ligação ao nervo ótico e diferentes tipos de cones.

2. Diga como se pode obter uma imagem digital utilizando um sensor de linha. O que influencia a sua resolução vertical e horizontal? (1)

Desenvolver: A imagem digital é um sinal espacial bidimensional, o sensor linha adquire informação numa dimensão (por exemplo, horizontal, que define o número de colunas) e é necessário um mecanismo de varrimento na outra dimensão (vertical, define o número de linhas) para adquirir a imagem completa. A resolução na dimensão definida pelo sensor de linha (horizontal, nº de colunas) é determinada pelo número de elementos sensoriais que estão presentes no dispositivo e a resolução na outra dimensão (vertical, nº de linhas) é definida pela velocidade de varrimento (se se considerar constante a frequência de aquisição).

3. Descreva um método que permita aumentar o contraste de uma imagem monocromática. (1)

Desenvolver: Por exemplo, correção gama e explicar como é alterado o histograma, nomeadamente, por alteração da gama dinâmica dos níveis de cinzento da imagem.

4. Considere que uma câmara visualiza uma área máxima de 3m de altura por 4m de largura a 10 metros de distância.

- a. Determine os ângulos vertical e horizontal do campo de visão desta câmara. (1)

$$\alpha_V = 17,06^\circ \text{ e } \alpha_H = 22,62^\circ$$

- b. Determine a distância focal da lente, sabendo que utiliza um sensor de dimensão 1/4"

$$(2,4\text{mm A} \times 3,2\text{mm L})$$

(1)

$$f = 8 \text{ mm}$$

5. Dadas as seguintes imagens binárias, descreva o operador morfológico (tipo de operação e elemento estruturante) que se aplicou à imagem 1 para se obter a imagem 2. Justifique a sua resposta. (1)

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

Imagem 1

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

Imagem 2

Operação morfológica de **dilatação** com o seguinte elemento estruturante:

0	1	0
1	1	1
0	1	0

6. Considere a seguinte imagem binária de resolução 5x5:

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

- a. Realize a extração de componentes conexas utilizando vizinhança **N₄**. Apresente os passos seguidos (formação da imagem de etiquetas e tabela de correspondências, se necessário).

(1)

Passo 1:

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

Tabela de correspondência:

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

Passo 2:

0	1	0	2	0
1	1	0	2	0
0	0	2	2	0
2	2	2	0	0
0	0	0	0	6

- b. Considere que é utilizado um limiar de 4 para eliminar regiões com área pequena (ruído). Calcule o(s) centroide(s) da(s) região(ões) resultante(s). (1)

Centróide da região com etiqueta 2: $C_2 = (2,2)$

7. Pretende-se classificar uma observação x com valores no conjunto $S = \{\alpha, \beta, \delta\}$ gerados por uma de duas classes admissíveis $\Omega = \{\omega_1, \omega_2\}$. Sabendo que a distribuição *a priori* e as funções $P(x|\omega_i)$ para as duas classes são dadas pelas seguintes tabelas:

	$P(\omega_i)$
ω_1	0,6
ω_2	0,4

$P(x \omega_i)$	α	β	δ
ω_1	0,2	0,2	0,6
ω_2	0,4	0,4	0,2

Determine a saída do classificador de MAP para cada observação $x \in S$. (1,5)

Classificador MAP:

$$\hat{\omega} = \omega_k: k = \arg \max_i P(\omega_i|x) = \arg \max_i P(x|\omega_i)P(\omega_i)$$

	α	β	δ
$P(x \omega_1)P(\omega_1)$	$0,2 \times 0,6 = 0,12$	$0,2 \times 0,6 = 0,12$	$0,6 \times 0,6 = 0,36$
$P(x \omega_2)P(\omega_2)$	$0,4 \times 0,4 = 0,16$	$0,4 \times 0,4 = 0,16$	$0,2 \times 0,4 = 0,08$
$\hat{\omega}$	ω_2	ω_2	ω_1

8. Considere a seguinte imagem, representada pelos planos HSI.

0	0,5
1	0,5

H

0,2	0,8
0,1	0,3

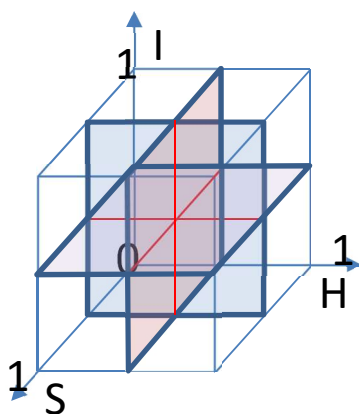
S

0,2	0,2
0,6	0,6

I

- a. Determine um histograma de cor. (1,5)

Considerando um histograma de cor no espaço tridimensional (H,S,I) , com atribuição de um bit (2 níveis) por dimensão (componente). Neste caso o histograma contém 8 intervalos (correspondentes aos 3 bits), como mostra a figura seguinte, considerando que se divide cada intervalo $[0, 1]$ em dois intervalos uniformes $i_0 = [0; 0,5[$ e $i_1 = [0,5; 1]$.



Quantificação de cada componente:

0	1
1	1

H_q

0	1
0	0

S_q

0	0
1	1

I_q

Considerando a codificação dos intervalos como (b_H, b_S, b_I) , onde b_k indica o bit correspondente à componente quantificada, os intervalos com valores dos pixels da imagem são: $(0,0,0)$ com 1 pixel; $(1,0,1)$ com 2 pixels e $(1,1,0)$ com 1 pixel. Finalmente, o histograma poderá ser (de acordo com a sequência de números binários com 3 bits):

$$H = \{1,0,0,0,0,2,1,0\}$$

- b. Proceda à segmentação de cor da imagem (apresente a matriz resultante), considerando o algoritmo de classificação de distância ao centroide e os seguintes centroides (H, S, I) :
 $C_1 \rightarrow (0,25;0,25;0,25)$ e $C_2 \rightarrow (0,75;0,75;0,75)$ (1,5)

Distância dos pixels da imagem I , na representação (H,S,I) , a cada centroide:

$$d(I, C_1) = \begin{bmatrix} 0,26 & 0,61 \\ 0,84 & 0,43 \end{bmatrix} \quad d(I, C_2) = \begin{bmatrix} 1,08 & 0,61 \\ 0,71 & 0,54 \end{bmatrix}$$

De acordo com o critério de mínima distância ao centroide, a imagem segmentada (as etiquetas correspondem à classe atribuída, ou seja, ao centroide mais próximo) é a seguinte:

1	1
2	1

O pixel do canto superior direito poderá ser atribuído tanto à classe 1 como 2, em virtude da distância a ambos os centroides ser a mesma (pertence à fronteira de decisão).

9. Considere que se obteve as seguintes imagens de módulo e direção, respetivamente, depois de se aplicar um filtro de realçamento de contornos.

0	5	65	90	—	/	\	—
5	40	90	70	/			\
35	90	50	10	\			/
90	40	10	5	—	\	/	—

- a. Determine a densidade de contornos, supondo um limiar de 60. (1)

$$F_{edgeness} = \frac{6}{16} = 0,375$$

- b. Calcule os histogramas normalizados de intensidade e orientação dos contornos, considerando 2 níveis de amplitude (utilize um segundo limiar de 80) e 4 níveis de direção (vertical, horizontal, diagonal 45° e diagonal 135°). (1,5)

$$F_{magdir} = \{H_{mag}, H_{dir}\} = \left[\left(\frac{2}{16}, \frac{4}{16} \right) \left(\frac{2}{16}, \frac{2}{16}, \frac{2}{16}, 0 \right) \right]$$

10. Explique sucintamente o princípio do método esparsa para deteção de movimento. (1)

Desenvolver acetato número 6 do capítulo 7 - Análise de Movimento.

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

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

- a. Identifique os parâmetros intrínsecos e extrínsecos e conclua quanto à relação entre os referenciais da câmara e do mundo. (1)

Parâmetros intrínsecos:

- Escalamento horizontal $\alpha_u = k_u f = 2$ e escalamento vertical $\alpha_v = -k_v f = -2$
- Posição do ponto principal (intersecção do eixo ótico com o plano de imagem)
 $(u_0, v_0) = (320, 240)$.

Parâmetros extrínsecos:

- Três parâmetros de translação, $t = [t_x \ t_y \ t_z]^T = [100 \ 1000 \ 500]^T$
- Três parâmetros de rotação, $(\theta_x, \theta_y, \theta_z)$, que influenciam a matriz de rotação

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

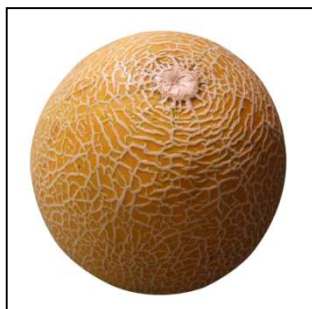
Contudo, em virtude de ser igual à matriz identidade, corresponde a rotações nulas, ou seja, os eixos da câmara e do mundo têm a mesma orientação.

- b. Determine a distância entre as origens dos referenciais da câmara e do mundo. (1)

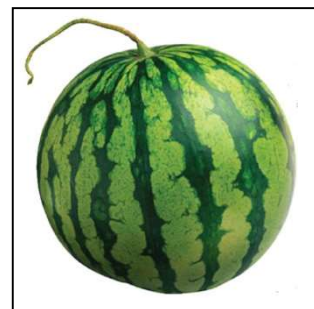
A distância entre as origens dos dois referenciais corresponde à norma do vetor de translação, ou seja:

$$d(O_C, O_W) = \sqrt{t_x^2 + t_y^2 + t_z^2} = \sqrt{100^2 + 1000^2 + 500^2} = 1122,5 \text{ mm}$$

12. Suponha que pretende desenvolver um sistema para classificação automática dos objetos representados nas seguintes imagens:



Objecto 1



Objecto 2

Considere que dispõe somente de uma câmara monocromática, descreva os passos que considera importantes para a implementação deste sistema, nomeadamente, que algoritmos de processamento de imagem são necessários. (2)

Desenvolver: De acordo com as imagens exemplo apresentadas, e tendo em atenção que para proceder à classificação dos dois objetos podem-se utilizar características geométricas (forma), de intensidade ou cor e textura, considera-se que as características geométricas não permitem distinguir os objetos em causa em virtude de terem praticamente a mesma forma arredondada e as mesmas dimensões. Assim, podem-se utilizar características de intensidade (câmara monocromática), como por exemplo, o histograma de níveis de cinzento ou características de textura, como por exemplo, o histograma normalizado de intensidade e orientação dos contornos. Assim, uma possível sequência de operações poderá ser:

Passo 1 – Determinação do gradiente (módulo e fase) das imagens, aplicando um filtro diferencial, como por exemplo, Sobel (considera-se que o fundo é uniforme e não apresenta contornos);

Passo 2 – Cálculo do histograma normalizado de intensidade e orientação dos contornos, com vários níveis de amplitude e direções (escolhem-se os limiares mais apropriados durante a fase de treino);

Passo 3 – Utilizando um algoritmo de classificação, como por exemplo, distância ao vizinho mais próximo, e uma métrica de distância entre histogramas, como por exemplo, a norma euclidiana, calculam-se as distâncias entre o histograma do objeto que se pretende classificar e os histogramas correspondentes a um conjunto de treino supervisionado, composto por imagens de objetos conhecidos e atribui-se a classe do padrão (objeto) de treino que está mais próximo.