

Justifique todas as respostas

1. Diga, justificando, qual o tipo de tecnologia do sensor de aquisição de imagem que empregaria numa câmara para utilização em ambientes com pouca luminosidade. (1)

Solução: Desenvolver - Tecnologia CCD em virtude da melhor sensibilidade.

2. Determine as dimensões do sensor de uma câmara com uma distância focal de 5mm e um campo de visão com os seguintes ângulos: $\varphi_L = 70^\circ$ (ângulo horizontal) e $\varphi_H = 55,4^\circ$ (ângulo vertical). (1)

Solução: Dimensão do sensor (largura, altura) = (7mm; 5,25mm)

3. Considere que uma imagem no formato RGB tem a seguinte atribuição de bits a cada plano de cor ($R = 3, G = 4, B = 3$).

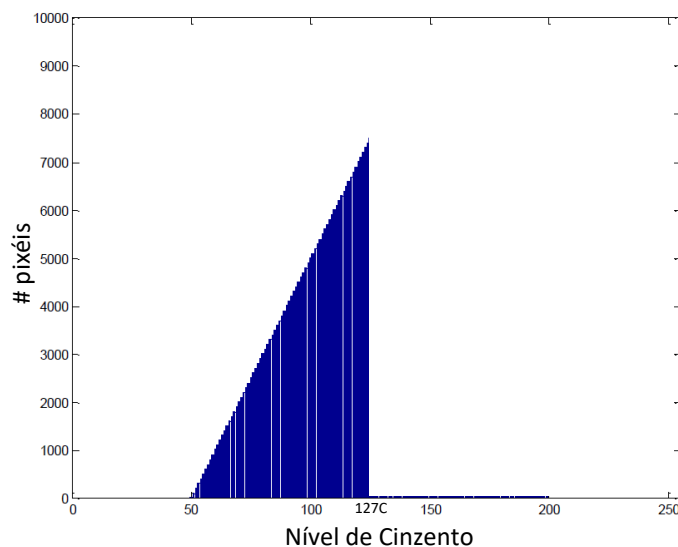
- a. Determine o número total de bits necessário para representar os valores dos pixels da imagem se o sensor tiver um número de colunas de 1920 e uma relação largura/altura da 16/9. (1)

Solução: $\#colunas \times \#linhas \times \# \frac{bits}{pixel} = 1920 \times \frac{9}{16} 1920 \times (3 + 4 + 3) = 20.736.000 \text{ bits}$

- b. Comente a atribuição diferenciada de bits a cada plano de cor. (1)

Solução: Atribuição de mais bits ao plano verde (G) porque o sistema visual humano é mais sensível aos comprimentos de onda associados a esta cor.

4. Considere que uma imagem monocromática apresenta o seguinte histograma.

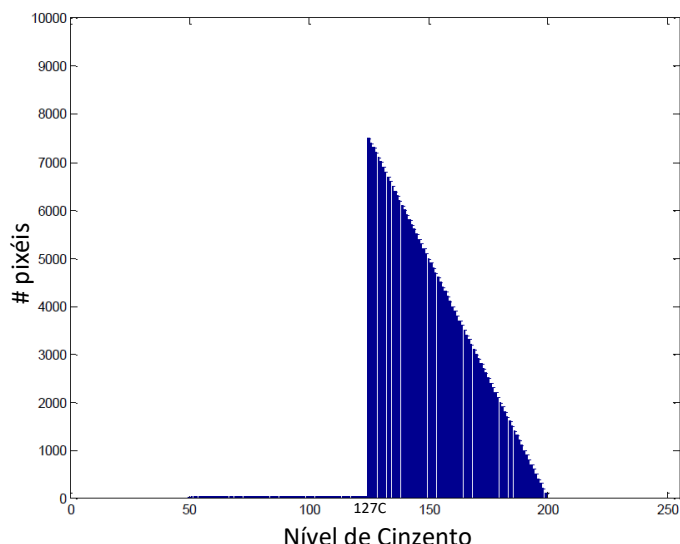


- a. Se aplicar a seguinte função aos valores dos pixels da imagem original,

$$f(x) = 255 - x$$

esboce o novo histograma que se obtém da imagem resultante. (1)

Solução:



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

Solução: Não há alteração de contraste porque a gama dinâmica (diferença entre os valores máximo e mínimo das intensidades dos pixels) não é alterada nem a relação de proporcionalidade entre as ocorrências das diferentes intensidades dos pixels.

5. Considere a seguinte imagem binária, resultante de uma segmentação:

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

- a. Se for conhecido que existe apenas um objeto presente na imagem e que se pretende extrair características geométricas da sua região, diga qual o operador morfológico que deve aplicar para proceder à junção das regiões e qual o elemento estruturante a utilizar, considerando conectividade 8. (1)

Solução: Operação morfológica de fecho (dilatação + erosão) com o seguinte elemento estruturante (existem outras possibilidades para este elemento). Justificação deverá ser realizada com base no objetivo da questão, junção das regiões.

1	1
---	---

- b. Aplique à imagem o operador morfológico que descreveu na alínea anterior. (Se não respondeu à alínea anterior, aplique um operador e um elemento estruturante à sua escolha, descrevendo-os)(1)

Solução:

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

- c. Determine a(s) área(s) e o(s) centro(s) de massa da(s) região(ões) resultante(s) da alínea anterior. (Se não respondeu à alínea anterior, utilize a imagem apresentada na alínea a). (1)

Solução: Área = 20; Centro de massa = (coluna, linha) = (3,15; 3,35) considerando que a coordenada o pixel do canto superior esquerdo é (0; 0).

6. Considere o seguinte conjunto de padrões de teste e as respectivas classes:

i	1	2	3	4	5	6
x_i	-0,5	0,5	0	-2	0,4	1,9
ω	1	2	2	1	1	2
$\hat{\omega}$	1	2	1	1	2	2
$g_1(x)$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$g_2(x)$	1,5	2,5	2	0	2,4	3,9

- a. Estime a matriz de confusão do classificador, considerando as seguintes funções discriminantes: (1)
 $g_1(x) = 2,2$ $g_2(x) = x + 2$

Solução:

$\omega/\hat{\omega}$	1	2
1	$2/3$	$1/3$
2	$1/3$	$2/3$

- b. Determine a probabilidade de acerto do classificador. (1)

Solução:

$$P_a = 1 - P_e = 1 - \frac{\# \text{ padrões errados}}{\# \text{ padrões totais}} = 1 - \frac{2}{6} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

ou

$$P_a = \frac{\# \text{ padrões certos}}{\# \text{ padrões totais}} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

7. Dadas as seguintes imagens:



Imagem 1

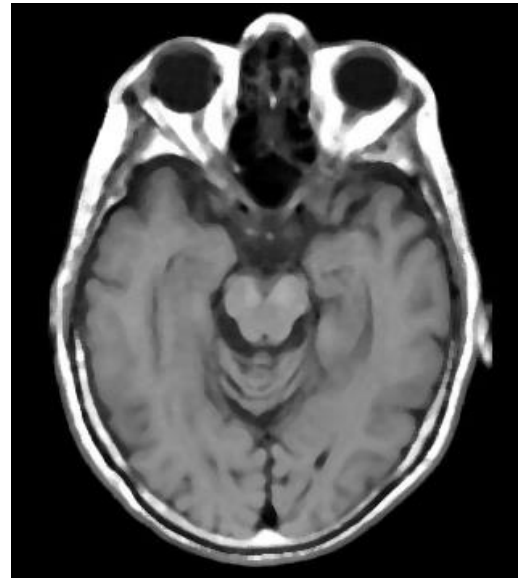


Imagem 2

- a. Diga, justificando, que operação de filtragem é efetuada da imagem 1 para a imagem 2 e dê o exemplo de um filtro que a implementa. (1)

Solução: O ruído existente na imagem 1 é típico de Sal&Pimenta (ruído impulsional) e dado o resultado da filtragem onde o impacto do ruído é muito atenuado, o filtro aplicado foi o de mediana.

- b. Existe outra técnica de filtragem que obtenha o mesmo efeito? Justifique a resposta. (1)

Solução: As outras técnicas de filtragem passa-baixo estudadas, como por exemplo, o filtro de média ou gaussiano, produzem um pior resultado, uma vez que resultam no cálculo duma média (aritmética ou ponderada) com base nas intensidades do próprio pixel e dos vizinhos, cujo resultado é um valor atenuado, mas não o suficiente para eliminar a grande variação que sofreu devido à característica impulsional do ruído. Além disso, as variações associadas os contornos dos objetos também são atenuadas, provocando desfoque nessas zonas.

8. No contexto de segmentação de imagem através de métodos de *clustering*, quais as vantagens do algoritmo *Isodata* relativamente ao K-médias. Existe alguma desvantagem? (1,5)

Solução: Desenvolver a limitação do algoritmo de K-médias em relação ao número fixo de agrupamentos (K clusters) e da métrica de distância utilizada (por omissão, distância euclidiana). Uma possível desvantagem do algoritmo de *Isodata* poderá ser o aumento do peso computacional devido a: i) teste para junção e/ou separação de agrupamentos; ii) a métrica de distância e iii) a estimativa da matriz de covariância de cada agrupamento.

9. Considere que num determinado instante de tempo dispõe de duas imagens consecutivas de uma sequência de vídeo, a imagem adquirida nesse instante e no anterior.

100	102	101
120	120	130
135	130	132

Imagem do instante $t-1$

102	105	95
115	125	203
140	210	70

Imagem do instante t

Determine a imagem binária que representa o movimento ocorrido na cena (considere um limiar de 30) (1,5)

Solução:

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

2	3	6
5	5	73
5	80	62

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

0	0	0
0	0	1
0	1	1

10. Considere uma câmara representada pelo modelo de projeção de perspectiva simples, que tem um sensor com resolução de 1280 colunas e 960 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 o eixo de coordenadas do mundo (referencial do mundo) tem uma translação em relação ao eixo de coordenadas da câmara (referencial da câmara), dada pelo seguinte vetor (expresso em milímetros):

$$t = [200 \quad 800 \quad 700]^T$$

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

Solução:

$$P^C = RP^W + t \Leftrightarrow \lambda \begin{bmatrix} X^C \\ Y^C \\ Z^C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & t \\ \vec{0} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^W \\ Y^W \\ Z^W \\ 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \lambda \begin{bmatrix} X^C \\ Y^C \\ Z^C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 200 \\ 0 & 1 & 0 & 800 \\ 0 & 0 & 1 & 700 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 500 \\ 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \lambda \begin{bmatrix} X^C \\ Y^C \\ Z^C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1200 \\ 1800 \\ 1200 \\ 1 \end{bmatrix}$$

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

Solução:

$$p = \begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = C \cdot P^C = \begin{bmatrix} f k_u & 0 & u_o \\ 0 & -f k_v & v_o \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^C \\ Y^C \\ Z^C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 640 \\ 0 & -2 & 480 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1200 \\ 1800 \\ 1200 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 770.400 \\ 572.400 \\ 1200 \end{bmatrix}$$

$$u = \frac{\lambda u}{\lambda} = 642 \quad v = \frac{\lambda v}{\lambda} = 477$$

Como, $0 \leq u < 1280$ e $0 \leq v < 960$, o ponto é visível pela câmara.

11. Suponha que se pretende desenvolver um algoritmo de processamento de imagem para deteção e reconhecimento automático de veículos frontais na mesma faixa de rodagem para inclusão num Sistema Avançado de Assistência à Condução (*Advanced Driver-Assistance Systems* - ADAS). Considere que a seguinte figura é um exemplo típico da imagem a processar pela aplicação.



Descreva os principais passos que considera importantes para a realização do referido algoritmo. (2)

Solução:

Desenvolver uma possível sequência de operações:

1. Detecção das regiões que representam veículos:

Opção A – Com base em segmentação de intensidade ou cor

- a. Estudo da segmentação da estrada - histograma ou cor;
- b. Operadores morfológicos para fechar regiões, inversas da máscara binária da estrada, considerando a parte inferior da imagem onde existem veículos;

Opção B – Com base em vetores de movimento

- a. Cálculo dos vetores de movimento dos pixéis da zona correspondente à estrada, por exemplo, utilizando o método de esparso;
 - b. Segmentação da imagem com base nos vetores de movimento;
 - c. Operadores morfológicos para fechar regiões;
2. Extração de características das regiões para a classificação de veículos;
 3. Análise da evolução das regiões (seguimento) para deteção de eventos, como por exemplo, aproximação ou afastamento dos veículos frontais; (opcional)