

Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

Processamento de Imagem e Visão

1º Semestre 2019/2020

Exame de Época Normal – 16 de janeiro de 2020 – Duração: 2H30M

Justifique todas as respostas

-
1. Diga, justificando, se é possível calcular a distância de um determinado ponto do mundo a uma câmara, a partir de uma imagem obtida com o modelo de projeção simples. (1)

Solução: Não. Desenvolver o modelo de projeção, nomeadamente mostrar que quando se projeta um ponto 3D no plano do sensor 2D, perde-se a informação da profundidade a que está o ponto 3D sendo necessário mais informação para recuperar a distância.

2. Se quiséssemos construir um sensor digital que simulasse o olho humano, diga como deveria variar a densidade dos elementos fotossensíveis ao longo do sensor, nomeadamente, do seu centro para o exterior e qual o espaço de cor mais adequado. (1)

Solução: A densidade dos elementos fotossensíveis deveria diminuir à medida que se aumenta a distância radial.

3. Considere que se dispõem de 49.766.400 bits para representar uma imagem. Assumindo uma relação largura/altura de 16:9, qual a resolução máxima dessa imagem se se representar cada pixel com 24 bits? Justifique. (1)

Solução: (1920 colunas, 1080 linhas)

4. Considere que pretende cobrir uma porta com 2m de altura e 2m de largura com uma câmara de vigilância. Esta câmara está colocada a 10m de distância e tem uma distância focal de 8mm. Determine a sua resolução mínima para que as faces das pessoas tenham uma resolução mínima de 100 colunas por 150 linhas. Considere que as faces das pessoas têm uma dimensão média de 0,2m de largura por 0,3m de altura. (1,5)

Solução: (1000 colunas, 1000 linhas).

5. Considere a seguinte imagem binária e o seguinte elemento estruturante:

			1			
			1	1		
		1	1			
	1	1	1	1		
	1		1			

	1	1
	1	

a. Realize a operação morfológica de erosão com o elemento estruturante.

(1)

Solução:

			1			
		1				
	1		1			

b. Qual a imagem de etiquetas obtida a partir de um algoritmo de extração de componentes conexos utilizando vizinhança 4, aplicado à imagem da alínea anterior? Justifique a sua resposta.

(1,5)

Solução:

			1			
		2				
	3		4			

6. Considere o seguinte conjunto de padrões bidimensionais de teste e as funções discriminantes

$$g_1(x) = x_2 - x_1$$

$$g_2(x) = x_1 - x_2$$

x	x_1	-3	-2	-2	2	2	3
	x_2	0	-1	1	-1	1	0
	ω	1	1	1	1	2	2

- a. Classifique o conjunto de teste apresentado.

(1)

Solução:

x	x_1	-3	-2	-2	2	2	3
	x_2	0	-1	1	-1	1	0
	$g_1(x)$	3	1	3	-3	-1	-3
	$g_2(x)$	-3	-3	-3	3	1	3
	$\hat{\omega}$	1	1	1	2	2	2

- b. Estime a probabilidade de erro do classificador com base neste conjunto de teste, sabendo que a probabilidade *a priori* da classe 1 é metade da classe 2.

(1)

Solução: $P_e = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$

- c. Considere que este conjunto de teste é representativo do classificador? Justifique a resposta.

(1)

Solução: Não, porque a probabilidade a prior estimada a partir deste conjunto de teste é contrária à probabilidade a priori do conjunto de treino.

7. Dadas as seguintes imagens:



Imagem 1

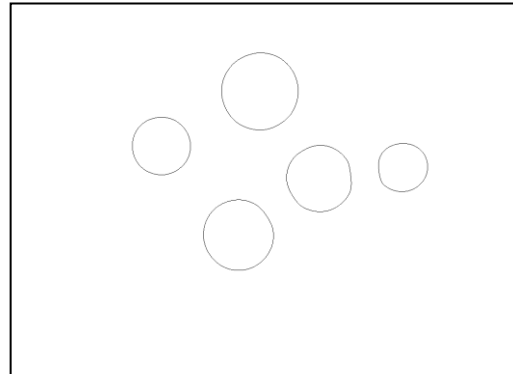


Imagem 2

- a. Diga, justificando, que operação é efetuada da imagem 1 para a imagem 2 (para efeitos de visualização imagem 2 está invertida).

(0,5)

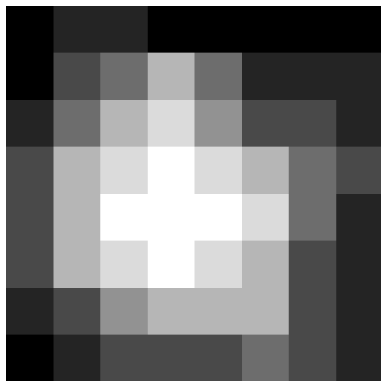
Solução: A operação efetuada é a deteção de contornos em virtude de serem realçadas as transições entre os objetos e o fundo.

- b. Descreva um possível procedimento para obter a imagem 2 utilizando filtros diferenciais.

(1,5)

Solução: Desenvolver o método de deteção de contornos com base na binarização do módulo do gradiente, calculado com filtros diferenciais, como por exemplo, filtros de Sobel.

8. Considere a seguinte imagem monocromática:



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

- a. Determine o seu histograma.

(1)

Solução: $h = \{8, 13, 14, 6, 2, 10, 6, 5\}$

- b. Considere que dispõe dos histogramas de outras duas imagens:

$$h_1 = [5 \ 10 \ 17 \ 5 \ 1 \ 13 \ 8 \ 5] \text{ e } h_2 = [17 \ 10 \ 5 \ 1 \ 5 \ 5 \ 8 \ 13]$$

Determine qual destas imagens é mais semelhante à anterior. Justifique as opções tomadas.

(1)

Solução: A imagem mais semelhante, com base nos histogramas, é a imagem correspondente ao histograma h_1 . Determinar uma métrica de distâncias entre os histogramas.

9. Considere a seguinte imagem e que se pretende detetar a região da lua realizando a operação de binarização com base no método de Otsu.



Diga, justificando, se é obtido um bom resultado face aos objetivos associados a esta operação.

(1)

Solução: Desenvolver a aplicação do método de Otsu a imagens que apresentem histogramas bimodais e comparar com o possível histograma a imagem dada.

10. Descreva, sucintamente, o algoritmo rápido (Freeman *et. al.*) para o cálculo do campo de movimento de uma imagem numa sequência de vídeo.

(1)

Solução: Acetato 9 do Capítulo 7 – Análise de Movimento.

11. Considere uma câmara representada pelo modelo de projeção de perspectiva simples, que se conhecem os seguintes parâmetros intrínsecos, $k_u = k_v = 2$, que o eixo ótico intersecta o

plano da imagem no pixel de coluna 320 e linha 240 e que a lente tem uma distância focal de 10 mm.

- a. Determine qual as coordenadas do possível pixel corresponde ao ponto 3D dado por [1000,500,200] (mm), representado no referencial da câmara ([X_c, Y_c, Z_c]). (1)

Solução:

$$C = \begin{bmatrix} fk_u & 0 & u_o \\ 0 & -fk_v & v_o \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 & 0 & 320 \\ 0 & -20 & 240 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{bmatrix} = C \times \begin{bmatrix} 1000 \\ 500 \\ 200 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 84000 \\ 38000 \\ 200 \end{bmatrix}$$

$$u = \frac{\lambda u}{\lambda} = 420 \quad v = \frac{\lambda v}{\lambda} = 190$$

- b. Admitindo que o eixo ótico intercepta o plano de imagem no seu centro geométrico, diga, justificando, se o ponto 3D é visualizado pela câmara. (1)

Solução: O ponto 3D é visualizado pela câmara. Como o eixo ótico intercepta o plano de imagem no seu centro geométrico, a resolução da imagem é (320x2=640 colunas, 240x2=480 linha), que tem dimensões superiores às coordenadas do ponto na imagem.

12. Suponha que pretende desenvolver um sistema para determinação automática do valor de resistências, como mostra a seguinte imagem. Descreva os passos que considera importantes para a sua implementação, nomeadamente, que algoritmos de processamento de imagem são necessários. (2)



Solução:

Desenvolver uma possível sequência de operações:

- Binarização da imagem, escolhendo o plano de cor com maior separação entre a resistência e o fundo, analisando os histogramas;
- Aplicação de operadores morfológicos para melhorar a região correspondente à resistência;
- Na imagem correspondente à resistência (aplicação da máscara binária anterior à imagem original), detetar contornos verticais com filtro diferencial ou algoritmo de Canny;
- Aplicar a transformada de Hough para deteção das retas verticais;
- Analisar as retas detetadas (cada barra correspondente a uma cor é limitada por duas retas);
- Determinar a cor média de cada barra num formato de cor que separe a luminância da crominância, por exemplo, HSV;

- *Aplicar um classificador, por exemplo, o vizinho mais próximo, para classificar a cor da barra, comparando com um conjunto de treino, previamente determinado.*
- *Com base na localização de cada barra e na sua cor, determinar o valor da resistência.*