

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E MULTIMÉDIA
PROCESSAMENTO DE IMAGEM E BIOMETRIA

1.º Teste Parcial

Semestre de inverno 2022/2023

14 de novembro de 2022, 17h00

Duração: 1h30

Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).

Justifique todas as respostas. Apresente todos os cálculos que efetuar.

1. Considere as imagens I_1 e I_2 , em níveis de cinzento, com $n = 5$ bit/pixel, definidas através de

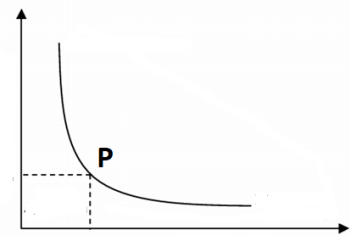
$$I_1 = \begin{bmatrix} 10 & 20 & 30 \\ 10 & 21 & 20 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad I_2 = \begin{bmatrix} 30 & 0 & 6 \\ 12 & 0 & 5 \end{bmatrix}.$$

- (a) {1,25} Para a imagem I_1 , determine: a resolução espacial, o valor médio, a potência e a entropia.
- (b) {1,25} Apresente as imagens resultantes das seguintes operações:
- (i) $I_A = I_1 + I_2$, assegurando a inexistência de saturação;
 - (ii) $I_B = I_1 \text{ AND } 1$;
 - (iii) $I_C = \text{negativo}(I_2)$;
 - (iv) $I_D = \text{plano de bits mais significativo}(I_2)$.
- (c) {1,25} Estabeleça uma transformação de intensidade T , a aplicar sobre I_1 com o objetivo de maximizar o contraste desta imagem, da seguinte forma:
- (i) o valor mínimo de intensidade de I_1 deverá ser transformado em zero;
 - (ii) o valor máximo de intensidade de I_1 deverá ser transformado no máximo valor possível.

Apresente um esboço da função T e descreva o conteúdo da tabela de *lookup* que realiza T .

2. A figura apresenta a curva ROC de um Sistema Biométrico (SB).

- (a) {1,25} Indique as grandezas associadas aos eixos xx e yy. Indique o significado do ponto P assinalado na figura.
- (b) {1,25} Para um cenário de verificação de identidade (autenticação), indique os procedimentos necessários a realizar para obter esta curva relativa a um SB.
- (c) {1,25} No âmbito dos SB baseados em imagem, os utilizadores são representados através de um *template*. Indique em que consiste um *template* e como este é obtido.

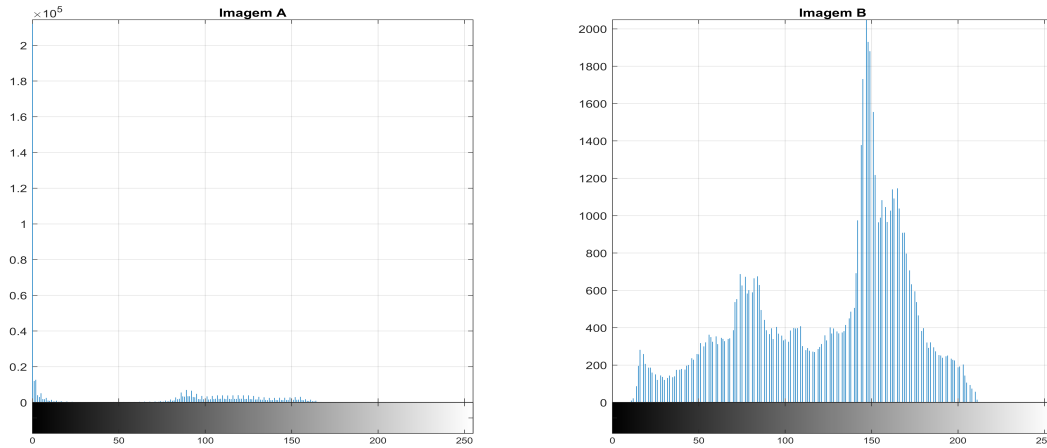


3. A imagem I possui o histograma que se apresenta na tabela seguinte.

Intensidade do pixel	0	1	2	3	4	5	6	7
Ocorrências, I	12	15	3	20	0	8	6	0

- (a) {1,25} Apresente a tabela de *lookup* da transformação de intensidade que realiza a operação de *equalização de histograma* sobre esta imagem.
- (b) {1,0} Considere que se aplica sobre I a transformação de intensidade $T[x] = (x + 2) \bmod 8$, em que $a \bmod b$ representa o resto da divisão inteira de a por b . Apresente o histograma da imagem resultante da aplicação desta transformação.

4. A figura apresenta os histogramas das imagens monocromáticas A e B .



- $\{1,5\}$ Sabendo que uma das imagens é de uma cena natural (fotografia comum adquirida por uma câmara fotográfica) e a outra é gerada a computador (*computer graphics*), indique qual das imagens é a natural. Justifique.
- $\{1,5\}$ Para a imagem A : determine uma estimativa do valor do contraste; indique uma estimativa do valor médio; indique se a imagem tem brilho elevado.
- $\{1,5\}$ Pretende-se realizar a operação de *especificação de histograma* sobre a imagem A , usando a imagem B como referência. É possível realizar esta operação? Em caso afirmativo, indique o resultado esperado desta operação. Caso contrário, justifique a impossibilidade.

5. A imagem I tem resolução espacial 512×512 , resolução em profundidade $n = 8$ bit/pixel, e o seguinte conteúdo:

- da linha 1 à linha 256 e da coluna 1 à coluna 256, todos os pixel possuem o valor 10;
- da linha 257 à linha 512 e da coluna 1 à coluna 256, todos os pixel possuem o valor 30;
- da linha 1 à linha 256 e da coluna 257 à coluna 512, todos os pixel possuem o valor 50;
- da linha 257 à linha 512 e da coluna 257 à coluna 512, todos os pixel possuem o valor 70.

Considere as máscaras de filtragem espacial definidas por

$$w_1 = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1^* & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad w_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad w_3 = \text{máximo}\{1 \times 3\}.$$

Para a máscara w_1 , considera-se o coeficiente do canto superior esquerdo como o coeficiente “central” (indicado com *).

- $\{1,25\}$ Determine o valor da energia de I . Apresente o histograma da imagem.
- $\{1,25\}$ Descreva o conteúdo das imagens I_1 , I_2 e I_3 , resultantes da aplicação sobre I , das janelas de filtragem espacial apresentadas acima. Considere que se aplica *padding* com replicação de linha/coluna.
- $\{1,25\}$ Considere que se pretende melhorar a qualidade da imagem I , realizando a operação de *unsharp masking* recorrendo a w_1 . Indique como proceder para realizar este procedimento.

6. Aplicou-se determinado operador de gradiente sobre a imagem J , tendo-se obtido as seguintes imagens

$$G_x = \begin{bmatrix} 10 & -15 & 8 & 7 \\ 6 & -2 & 3 & 5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & 0 & 2 \\ -1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 5 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

- $\{1,0\}$ Indique a resolução espacial da imagem J . Indique as coordenadas (x, y) da localização do pixel de J que possui maior gradiente.
- $\{1,0\}$ Considere que se pretende obter o mapa de contornos (*edge map*) da imagem J , na forma de imagem binária. Indique as ações a realizar, para a partir de G_x e G_y , conseguir obter esse mapa.