

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 2021/2022

24 de novembro de 2021, 18:30

Duração: 1:30

Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).

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

1. Considere as seguintes questões sobre imagens monocromáticas.

(a) {1,25} Apresente imagens I_1 e I_2 , tais que cumpram as seguintes condições:

. I_1 tem resolução espacial 2×3 , valor mínimo de intensidade $m_i = 10$, valor máximo de intensidade $m_x = 42$ e valor médio de intensidade $m=20$.

. I_2 tem 8 pixels, valor médio de intensidade $m=100$, com $n = 8$ bit/pixel, contendo um pixel com o valor mínimo de intensidade, outro pixel com o valor máximo de intensidade e não tem pixels com valor repetido.

(b) {1,25} Para as imagens I_1 e I_2 da alínea anterior, indique: (i) o histograma; (ii) a entropia; (iii) o número total de bits ocupados; (iv) o plano de bits menos significativo.

Sugestão: caso não tenha respondido à alínea anterior, considere a seguinte alternativa:

$$I_1 = \begin{bmatrix} 15 & 40 & 40 \\ 40 & 40 & 20 \\ 15 & 15 & 15 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad I_2 = \begin{bmatrix} 10 & 12 & 14 \\ 9 & 11 & 13 \end{bmatrix}.$$

2. As figuras representam ações relacionadas com o funcionamento de sistemas biométricos.

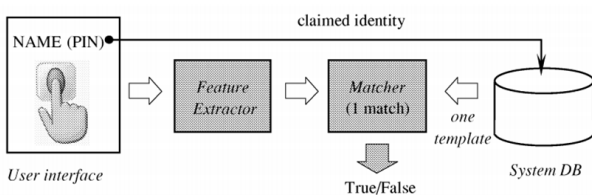


Figura (a)

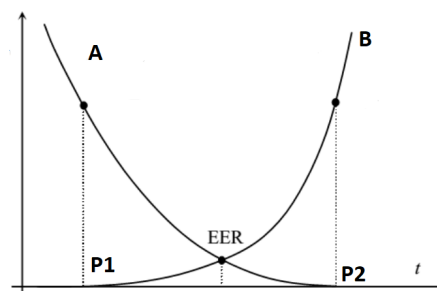


Figura (b)

(a) {1,25} Relativamente à Figura (a), indique: (i) a funcionalidade/ação global a que se refere; (ii) a funcionalidade do bloco *Feature Extractor*; (iii) o significado de *template*, neste contexto.

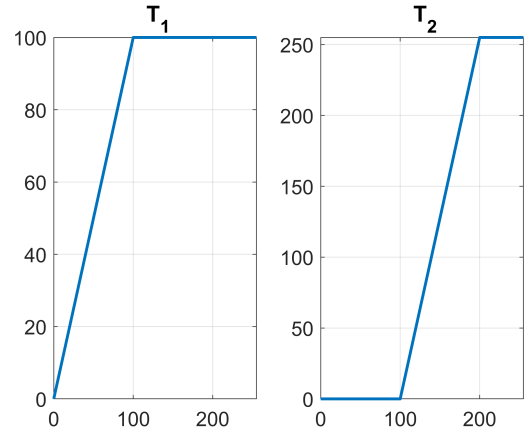
(b) {1,25} Para a Figura (b), indique: (i) a medida a que se refere o eixo yy; (ii) o significado da sigla EER; (iii) o significado das curvas A e B; (iv) o que representam os pontos P_1 e P_2 .

(c) {1,25} Identifique a modalidade biométrica a que se refere a figura. Apresente um exemplo da sua utilização nos dias de hoje. Podemos considerar que é uma das modalidades biométricas mais utilizadas?

3. A figura apresenta as transformações de intensidade T_1 e T_2 , definidas para imagens monocromáticas com $n = 8$ bit/pixel.

- (a) {1,5} Indique a funcionalidade associada a cada transformação. Apresente o esboço da tabela de *lookup* que realiza cada transformação e indique o número de posições existentes em cada tabela.

- (b) {1,5} Seja $I = \begin{bmatrix} 0 & 10 & 50 \\ 140 & 230 & 200 \\ 40 & 20 & 150 \end{bmatrix}$, imagem monocromática com $n = 8$ bit/pixel. Determine as imagens resultantes das operações:
 (i) $I_1 = \text{NOT}(I)$;
 (ii) $I_2 = T_2[I]$.



4. Sejam as janelas de filtragem espacial definidas como

$$w_1 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad w_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \text{e} \quad w_3 = \text{mediana}\{3 \times 3\}.$$

Considere a imagem I de resolução espacial 256×256 e resolução em profundidade de $n = 8$ bit/pixel, tal que as primeiras 128 linhas tomam o valor 100 e as restantes linhas tomam o valor 200.

- (a) {1,25} Descreva o conteúdo das imagens I_1 , I_2 e I_3 , resultantes da aplicação sobre I , de cada janela de filtragem espacial, apresentada acima. Considere que se aplica *padding* com replicação de linha/coluna.
 (b) {1,25} Indique o número total de multiplicações e de somas realizadas no cálculo de I_1 , ou seja, na aplicação de w_1 sobre I .
 (c) {1,25} Considere a energia da imagem I , designada por E_I e a energia da imagem I_1 designada por E_{I1} . Qual a relação de energias que se verifica? (i) $E_I = E_{I1}$; (ii) $E_I > E_{I1}$; (iii) $E_I < E_{I1}$.

5. As seguintes questões referem-se a técnicas de processamento digital de imagem e à sua aplicação.

- (a) {1,5} A imagem I tem resolução espacial 10×10 , e $n = 6$ bit/pixel. Aplicou-se a técnica de equalização de histograma sobre I , tendo-se obtido a transformação de intensidade

$$T_{HE}[x] = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 20 \\ 30, & 20 \leq x < 40 \\ 50, & 40 \leq x < 50 \\ 63, & 50 \leq x \leq 63. \end{cases}$$

Apresente uma estimativa do histograma da imagem I .

- (b) {1,5} Considere a seguinte afirmação. *As operações de remoção de ruído e de deteção de contornos em imagem não se conseguem realizar recorrendo exclusivamente a transformações de intensidade, sendo necessário recorrer a filtragem espacial.* Indique a principal razão que sustenta esta afirmação.
 (c) {1,5} Para os operadores Laplaciano e Laplacian of Gaussian (LoG): (i) indique as principais diferenças; (ii) indique qual apresenta maior complexidade; (iii) indique em que condições se deve recorrer a cada um destes operadores.

6. Determinado operador de gradiente, que define o ângulo como $\theta = \text{atan}(I_y/I_x)$, foi aplicado sobre a imagem I , tendo-se obtido

$$I_x = \begin{bmatrix} 5 & 4 & -2 \\ 6 & 3 & 2 \\ 3 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad I_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 0 \end{bmatrix}.$$

- (a) {1,25} Apresente as imagens resultantes do módulo e do argumento do gradiente.
 (b) {1,25} Apresente o mapa de contornos (*edge map*) da imagem, tendo em conta que é aplicado limiar de 3,5 na binarização.