

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

**Semestre de verão 2017/2018**

2.º Teste Parcial

6 de junho de 2018, 15:30

Duração: 1:30

**Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).**

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

1. A imagem  $f[m, n]$  tem energia 172 J e a sua *Discrete Cosine Transform* (DCT) é  $F[u, v] = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 1 & A \end{bmatrix}$ .

(a)  $\{1, 25\}$  Indique o valor de  $A$ .

(b)  $\{1, 25\}$  Determine o valor médio de  $f[m, n]$ .

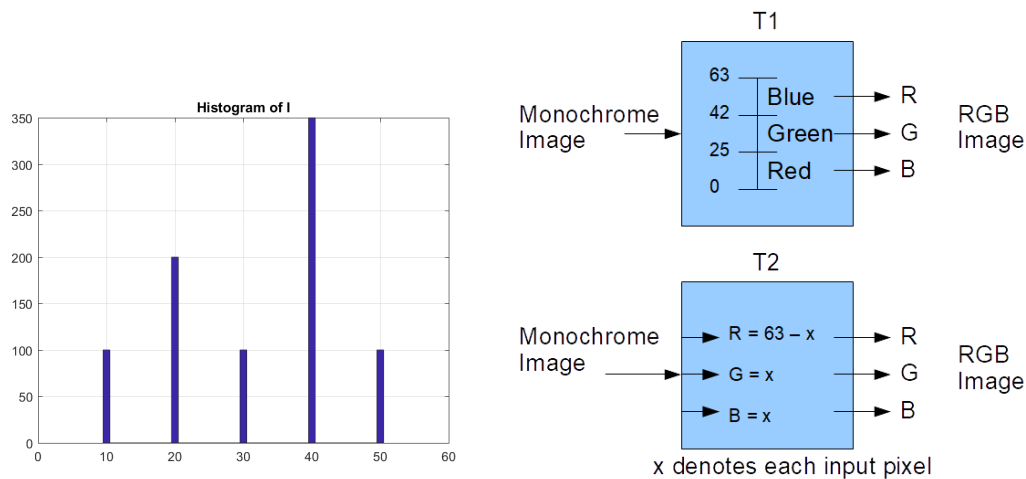
(c)  $\{1, 25\}$  Seja  $g[m, n] = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} + 2f[m, n]$ . Sem calcular explicitamente a DCT de  $g[m, n]$ , determine  $G[u, v] = DCT[g[m, n]]$ .

A DCT para imagens de resolução  $M \times N$ , define-se da forma que se apresenta de seguida.

$$F[u, v] = DCT[f[m, n]] = C[u]C[v] \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f[m, n] \cos\left(\frac{(2m+1)u\pi}{2M}\right) \cos\left(\frac{(2n+1)v\pi}{2N}\right),$$

em que  $C[u] = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}, & u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}}, & u \in \{1, \dots, M-1\} \end{cases}$  e  $C[v] = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & v \in \{1, \dots, N-1\} \end{cases}$ .

2. A figura apresenta o histograma da imagem monocromática  $I$  com profundidade  $n = 6$  bit/pixel bem como a representação gráfica de duas técnicas de *pseudo-color*, designadas por  $T1$  e  $T2$ .

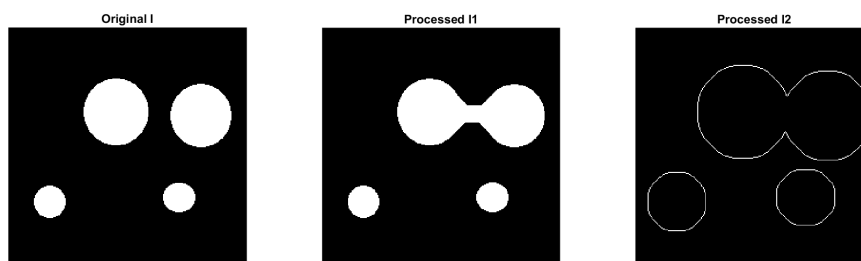


- (a)  $\{1, 25\}$  Identifique a técnica representada por  $T1$ . Indique o número total de *pixel* com a cor *Red*, com a cor *Green* e com a cor *Blue*, após a aplicação de  $T1$  sobre  $I$ . Indique valores adequados para os códigos de cor RGB que representam estas três cores.
- (b)  $\{1, 25\}$  Identifique a técnica representada por  $T2$ . Após aplicação de  $T2$  sobre  $I$ , indique o número total de cores distintas da imagem resultante e os respetivos códigos de cor RGB.

3. Considere as seguintes questões relativas ao processamento de imagens coloridas.

- $\{1,5\}$  Apresente o esboço de um algoritmo que realize *segmentação* de imagem colorida RGB, localizando todos os *pixels* com o código de cor RGB  $[0, 255, 0]$ . Estabeleça a lista de parâmetros de entrada e de saída do algoritmo, indicando o seu significado e conteúdo.
- $\{1,5\}$  Modifique o algoritmo da alínea anterior, de forma a que este passe a realizar a operação de *color slicing* sobre *pixels* com o código de cor RGB  $[255, 50, 50]$ . Apresente a descrição do algoritmo. Estabeleça a lista de parâmetros de entrada e de saída do algoritmo, indicando o seu significado e conteúdo.
- $\{1,25\}$  Determinada imagem RGB apresenta ruído Gaussiano na componente R e ruído impulsivo *salt & pepper* na banda G. Indique como procederia para: remover o ruído dessa imagem; em seguida, aplicar a equalização de histograma.

4.  $\{2,0\}$  A figura apresenta o resultado de dois processamentos morfológicos distintos sobre a imagem binária  $I$ . Identifique as operações morfológicas que transformaram:  $I$  em  $I_1$ ;  $I$  em  $I_2$ .



5.  $\{1,25\}$  Seja  $I = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$  e os elementos estruturantes  $SE1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$  e  $SE2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ . Considere

que se aplica a operação *hit and miss* sobre  $I$ , usando  $SE1$  e  $SE2$ . Apresente a imagem resultante.

6. Determinado sistema biométrico tem a base de dados de registo de indivíduos, tal como se apresenta na tabela.

- $\{1,25\}$  Indique o número de características considerado neste sistema. Qual a característica que aparenta ser a mais discriminativa? Qual a que aparenta ser a menos discriminativa?
- $\{1,25\}$  Considere que se apresenta o padrão  $x = [11, 9, 1, 2, 6]$  ao sistema para a operação de identificação. Qual o indivíduo identificado? Indique todos os cálculos efetuados.
- $\{1,25\}$  Aplica-se o padrão  $x = [13, 8, 7, 2, 1]$  sobre o sistema, para autenticação do indivíduo 2. O sistema indicará autenticação positiva ou negativa? Indique todos os cálculos efetuados.

| Registo           | Indivíduo |
|-------------------|-----------|
| [18, 10, 1, 2, 5] | 1         |
| [13, 8, 1, 2, 7]  | 2         |
| [15, 11, 2, 2, 8] | 3         |
| [10, 9, 2, 2, 6]  | 4         |

7. Realizou-se o treino de determinado classificador sobre um conjunto de dados com  $c = 4$  classes. Após o treino, realizou-se o teste do classificador aplicando 20 padrões de cada classe, tendo-se observado o seguinte:

- para a classe 1, verificaram-se 17 padrões classificados corretamente e um padrão erradamente classificado em cada uma das restantes classes;
- para as classes 2 e 4, não se registaram erros;
- para a classe 3, verificaram-se 2 padrões classificados erradamente (um na classe 1 e outro na classe 2).

- $\{1,25\}$  Apresente a matriz de confusão que representa o resultado do teste do classificador, descrito acima. Indique a percentagem de erro por classe e a percentagem de erro total.
- $\{1,25\}$  Relativamente ao teste apresentado, apresente a matriz de confusão ideal.