

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

**Semestre de inverno 2021/2022**

2.º Teste Parcial

19 de janeiro de 2022, 18:30

Duração: 1:30

**Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).**

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

1. Considere o algoritmo de filtragem no domínio da frequência, para imagens de entrada com resolução espacial  $512 \times 512$ .

- (a)  $\{1,5\}$  Apresente, na forma de imagem indicando a resolução da mesma, os seguintes filtros:
- (i) Passa-baixo ideal com ganho unitário, com frequência de corte  $D_o = 20$ .
  - (ii) Passa-banda ideal, com ganho 2, para a largura de banda definida entre  $D_a = 30$  e  $D_b = 50$ .
  - (iii) Filtro *notch* do tipo passa-banda, à sua escolha.
- (b)  $\{1,5\}$  Considere que se pretende efetuar a operação de *image enhancement*, recorrendo ao operador Laplaciano, no domínio da frequência. Apresente o pseudo-código do algoritmo a implementar esta funcionalidade.
- (c)  $\{1,5\}$  No contexto da filtragem no domínio da frequência, considere a operação de *zero-padding*. Explique em que consiste esta operação e quais as vantagens e as desvantagens de a realizar.

2. Considere a definição da *Discrete Cosine Transform* (DCT) para imagens de resolução  $M \times N$ .

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

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

(a)  $\{1,5\}$  A imagem  $f[m, n] = \begin{bmatrix} 10 & 10 & 10 \\ 20 & 10 & 20 \\ 10 & 10 & 10 \end{bmatrix}$  tem DCT dada por  $F[u, v] = \begin{bmatrix} A & 0 & 4,714 \\ 0 & 0 & 0 \\ -9,4281 & 0 & B \end{bmatrix}$ . Determine os valores de  $A$  e  $B$ .

(b)  $\{1,5\}$  A DCT da imagem  $g[m, n]$  é  $G[u, v] = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ . Relativamente a  $g[m, n]$  indique: a sua resolução espacial; o valor da soma de todos os *pixels* que a constituem.

3. A tabela seguinte resume a especificação de uma técnica de pseudo-cor, a ser aplicada sobre a imagem monocromática  $I$ , com resolução espacial  $128 \times 128$  e resolução em profundidade  $n = 8$  bit/pixel.

<b>Gama de nível de cinzento</b>	0 ... 40	41 ... 140	141 ... 240	241 ... 255
<b>Código de cor RGB</b>	[0, 0, 0]	[110, 150, 110]	[255, 0, 255]	[255, 255, 255]

A imagem  $I$  apresenta o histograma que consta da tabela seguinte.

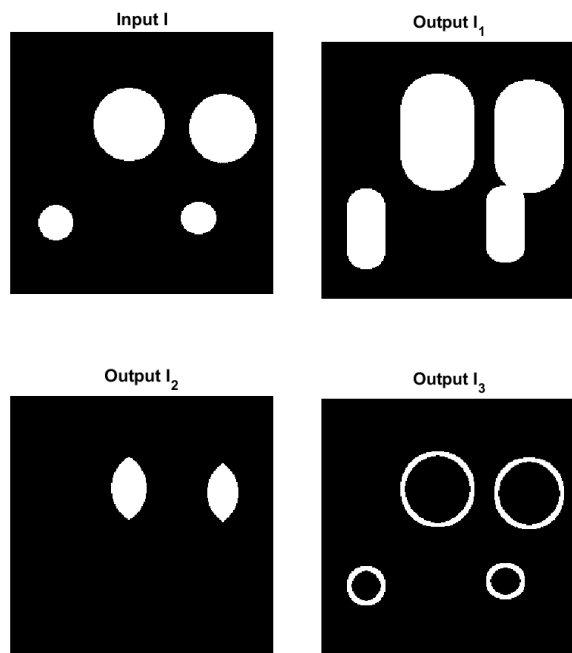
<b>Nível de cinzento</b>	20	50	130	180	190	220
<b>Ocorrências</b>	2000	2000	2000	4000	4000	2384

- (a)  $\{1,5\}$  Indique: o número de bits ocupado pela imagem resultante da aplicação do algoritmo da pseudo-cor; o número de cores distintas da imagem colorida. Apresente as tabelas de *lookup* que implementam a transformação indicada.
- (b)  $\{1,5\}$  Considere que se pretende aplicar a técnica de pseudo-cor, através de três funções de transformação de intensidade, para obter as componentes  $R$ ,  $G$  e  $B$ . Apresente um esboço das funções de transformação de intensidade.

4. As seguintes questões abordam o processamento de imagens coloridas.

- (a) {1,5} Considere que possui uma imagem colorida contaminada com ruído impulsivo nos canais de cor R e G. Pretende-se realizar a operação de segmentação sobre essa imagem, para identificar as zonas da imagem com *pixels vermelho puro* e *azul puro*. Indique, de forma detalhada, os procedimentos a efetuar para realizar esta segmentação.
- (b) {1,5} Considere que, sobre uma imagem RGB, se pretende aplicar a técnica *color slicing* sobre a cor com código RGB=[250, 250, 20]. Apresente um esboço do algoritmo que efetua esta operação, explicitando os parâmetros de entrada e de saída. Indique qual a cor representada pelo código RGB indicado.

5. A figura apresenta o resultado de três processamentos morfológicos distintos sobre a imagem binária  $I$ .



- (a) {1,5} Identifique as operações morfológicas que transformaram:  $I$  em  $I_1$ ;  $I$  em  $I_2$ ;  $I$  em  $I_3$ .
- (b) {1,5} Estime a forma e a dimensão dos elementos estruturantes utilizados nas operações morfológicas da alínea anterior.

6. As seguintes questões abordam a implementação de sistemas biométricos.

- (a) {1,75} No reconhecimento de indivíduos através de impressão digital, recorre-se à deteção de minúcias. Explique em que consistem as minúcias e como são detetadas. Indique a informação armazenada nos vetores de *templates*, que representam os indivíduos na base de dados do sistema biométrico.
- (b) {1,75} Nos sistemas baseados em impressão digital e em íris, uma abordagem conhecida consiste na aplicação de filtros de Gabor. Em que consiste este tipo de filtro? Como é que a imagem filtrada é posteriormente utilizada no sistema biométrico?