

**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 2016/2017**

1.º Teste Parcial

24 de abril de 2017, 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 aquisição/formação de imagem e técnicas de processamento de imagem.

- i) {1,0} Em termos genéricos, em que consiste o Processamento Digital de Imagem (PDI)? Indique dois fatores determinantes que levaram à criação e ao desenvolvimento das técnicas de PDI.
- ii) {1,0} Nos processos de formação e aquisição de imagem digital, cada *pixel* é tipicamente representado por um número inteiro não negativo com 8 bit. Indique as principais ações que possibilitam a aquisição e registo de uma imagem digital e o processo de geração do valor numérico associado a cada *pixel*.
- iii) {1,0} As designações DPI (*Dots per Inch*) e PPI (*Points per Inch*) são, por vezes, utilizadas para descrever um indicador/medida sobre imagem. Explícite o significado físico da designação DPI/PPI e qual o indicador/medida de imagem que representa.
- iv) Determinada implementação da técnica de *especificação de histograma* tem a assinatura/protótipo definida como `Image Iout = histogram_specification( Image Iin, Image Iref )`, em que `Iin` e `Iout` representam as imagens de entrada e de saída, respetivamente.
  - 1) {1,25} Explique a funcionalidade do parâmetro de entrada (imagem) `Iref`.
  - 2) {1,25} Recorrendo a esta função é possível realizar equalização de histograma sobre `Iin`? Em caso afirmativo, indique o procedimento a realizar para atingir esse objetivo. Caso contrário, justifique a impossibilidade.

2. A tabela apresenta o histograma da imagem monocromática  $I$ , de resolução  $M \times M$ , com 8 níveis de cinzento.

| Pixel       | 0 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|-------------|---|-----|---|----|----|----|----|----|
| Ocorrências | 0 | 128 | 0 | 30 | 20 | 10 | 10 | 58 |

- a) {1,5} Relativamente à imagem  $I$ , indique: o valor de  $M$ ; o número de bit por *pixel*; o valor mínimo de intensidade; o valor médio de intensidade; o valor máximo de intensidade; a energia; a potência.
- b) Considere as transformações de intensidade definidas por

$$T_1[x] = \begin{cases} 7-x, & 0 \leq x \leq 4 \\ x, & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad \text{e} \quad T_2[x] = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ 2x-1, & 1 \leq x \leq 4 \\ 0,5x, & 5 \leq x \leq 7. \end{cases}$$

- i) {1,0} Apresente as tabelas de *lookup* que realizam as transformações  $T_1$  e  $T_2$ .
- ii) {1,0} Considere a função transformação de intensidade  $T_{12}$ , resultante da aplicação em sequência/série das transformações  $T_1$  e  $T_2$ . É possível realizar  $T_{12}$  através de uma única tabela de *lookup*? Em caso afirmativo, apresente a tabela. Caso contrário, justifique a impossibilidade.
- iii) {1,0} Suponha que se aplica  $T_1$  sobre a imagem  $I$ , resultando na imagem  $I_1$ . Relacione os valores do brilho e do contraste de  $I$  e  $I_1$  (indique se aumenta ou se diminui).
- c) {1,5} Apresente um esboço da função  $T$  que realiza a equalização de histograma sobre  $I$ . Apresente a respetiva tabela de *lookup*.

3. As seguintes questões abordam técnicas de filtragem espacial de imagem.

a) Considere o operador Laplaciano.

i)  $\{1,0\}$  Este operador pode ser definido por diferentes máscaras. Apresente duas dessas máscaras e indique os critérios que levam à definição das mesmas.

ii)  $\{1,0\}$  Refira duas aplicações em que este operador é tipicamente aplicado com sucesso.

iii)  $\{1,0\}$  Quais as diferenças entre este operador (Laplaciano) e o operador Laplacian of Gaussian (LoG)? Quais as vantagens e motivação da existência do operador LoG? Quais as desvantagens do operador LoG em relação ao Laplaciano?

b)  $\{2,0\}$  Considere a imagem

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix}.$$

Apresente as imagens  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , resultantes da aplicação sobre  $I$ , das máscaras  $w_1$ ,  $w_2$  e  $w_3$ , respetivamente. As máscaras são definidas através de

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

Compare e comente os resultados obtidos.

4. Considere um sistema de transmissão de imagem, no qual se verificou que a imagem recebida aparece sempre contaminada com o mesmo tipo de efeitos indesejados. Na figura abaixo, apresentam-se dois exemplos de transmissão de imagem, neste sistema.



a)  $\{2,0\}$  Caracterize os efeitos indesejados que o sistema introduz sobre as imagens. Proponha uma técnica baseada em transformações de intensidade e/ou filtragem espacial, para eliminar/minimizar estes efeitos indesejados.

b)  $\{1,5\}$  Suponha agora que se pretende resolver o problema da alínea anterior, recorrendo a técnicas de filtragem no domínio da frequência. Indique os procedimentos que faria para estabelecer, implementar e avaliar uma técnica adequada para este efeito.