

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

Semestre de verão 2020/2021

2.º Teste Parcial

25 de junho de 2021, 18:30

Duração: 1:30

Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).

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

1. A imagem monocromática $f[m, n]$ tem energia $E_f = 93$ J e valor médio $m_f = 2,25$, com *Discrete Cosine Transform* (DCT) dada por $F[u, v] = \begin{bmatrix} A & 3.3946 & 4.3301 & 1.4061 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & B \end{bmatrix}$. A imagem monocromática $g[m, n]$ tem resolução espacial 6×6 pixel e conteúdo constante igual a 12 em todos os seus pixels.

- (a) {1,25} Indique a resolução espacial da imagem $f[m, n]$. Determine os valores de A e B .
(b) {1,25} Determine $G[u, v]$, tal que $G[u, v] = \text{DCT}[g[m, n]]$.

A definição da DCT para imagens de resolução $M \times N$ é a seguinte:

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

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

2. A tabela apresenta o histograma da imagem monocromática I_1 , com 256 níveis de cinzento.

Intensidade do pixel	40	80	120	160	200
Ocorrências, I_1	4000	4000	4000	4000	384

- (a) {1,25} Pretende-se obter uma versão pseudo-colorida de I_1 com cinco cores, através da aplicação do algoritmo de *intensity slicing*. A sequência de cores deverá ser *azul, verde, amarelo, vermelho e branco*. Indique como procederia para realizar esta operação, representado um pixel de cor a 24 bit.
- (b) {1,25} Considere agora que se pretende cumprir o mesmo objetivo da alínea anterior, mas recorrendo ao uso da técnica *intensity to RGB transform*. Indique como procederia para realizar esta operação, efetuando a implementação através de tabelas de *lookup*.
- (c) {1,25} Considere a aplicação da técnica *intensity to RGB transform*. Em termos gerais, quais os cuidados a ter na escolha das funções de transformação de intensidade? É possível aplicar esta técnica e obter a imagem colorida diretamente no espaço de cores CMY?
3. As seguintes questões abordam o processamento de imagens coloridas.
- (a) {1,25} Considere que determinado pixel colorido está representado no espaço RGB, através de um vetor com três componentes $[R, G, B]$. Pretende-se definir uma transformação de espaço de cores, para um espaço tal que contenha uma luminância e duas crominâncias $[L, C_1, C_2]$. Apresente uma possível matriz que realiza essa transformação e indique as vantagens de representação no espaço LC_1C_2 , relativamente ao espaço RGB.
- (b) {1,25} Pretende-se aplicar a técnica de *equalização de histograma* sobre uma imagem colorida. É mais adequado realizar esta operação no espaço de cores RGB, no espaço de cores HSI ou é indiferente? Justifique.
- (c) {1,25} Determinada imagem colorida RGB apresenta simultaneamente os seguintes problemas:
- (i) baixa luminosidade;
 - (ii) excesso de tons vermelhos (a imagem está avermelhada);
 - (iii) ruído impulsivo *salt & pepper* na banda G.

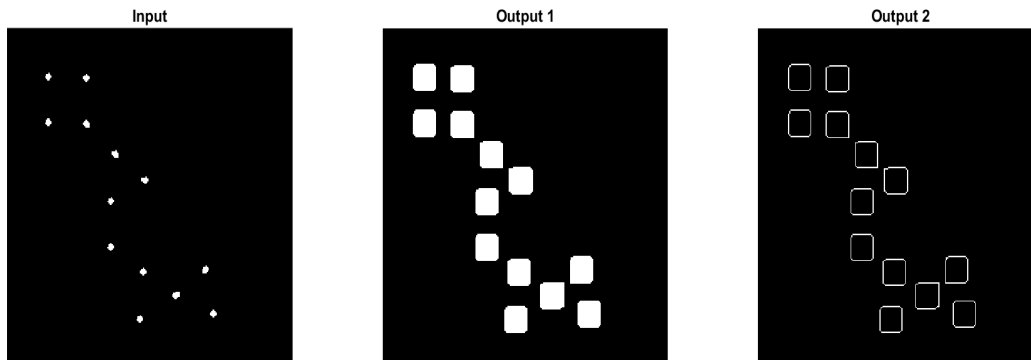
Apresente uma solução (algoritmo) de processamento digital de imagem, indicando os vários passos, para resolver os problemas presentes na imagem e obter uma versão melhorada da mesma.

4. Considere os seguintes problemas de processamento digital de imagem. Para cada problema, apresente uma solução (algoritmo), indicando os vários passos e os respetivos parâmetros de entrada e de saída.

- {1,25} A partir de uma imagem colorida de entrada representada no espaço RGB, pretende-se realizar a operação de *color-slicing*, no espaço RGB, para localizar todos os *pixels* exatamente de determinada cor, cujo código é passado como parâmetro.
- {1,25} A partir de uma imagem colorida de entrada representada no espaço RGB, pretende-se realizar a operação de *segmentação*, no espaço HSI, para identificar todos os *pixels* aproximadamente de determinada cor, cujo código e proximidade são indicadas como parâmetro.

5. As seguintes questões abordam o processamento morfológico de imagens binárias.

- {1,5} Considere uma imagem binária de resolução espacial 800×600 , contendo três círculos de diâmetro 40 *pixels* e cinco círculos de diâmetro 10 *pixels*, sem sobreposição. Pretende-se eliminar os cinco círculos de menor diâmetro e manter intactos os de maior diâmetro. Indique uma operação morfológica e o respetivo elemento estruturante para conseguir este objetivo.
- {1,5} Explique em que consistem as operações de *abertura* (*opening*) e de *fecho* (*closing*). Em que situações devem ser aplicadas?
- {1,5} A figura abaixo apresenta a imagem binária *Input*, sendo que a imagem *Output 1* resulta de processamento morfológico sobre a imagem *Input*. A imagem *Output 2* resulta de processamento morfológico sobre a imagem *Output 1*. Para as duas situações de processamento, identifique a operação morfológica efetuada e, se possível, alguma informação sobre o elemento estruturante utilizado.



6. As seguintes questões referem-se a Sistemas Biométricos (SB).

- {1,5} As modalidades biométricas, tais como *impressão digital*, *íris* e *face*, são caracterizadas por indicadores tais como *universalidade*, *unicidade* e *permanência*. Explique em que consistem estes três indicadores.
- {1,5} A figura apresenta as curvas de *false match rate* (FMR) e *false non-match rate* (FNMR) de determinado sistema biométrico, em função de um parâmetro t , do classificador usado no sistema. Explique o significado dos indicadores FMR e FNMR. Indique os valores aproximados do parâmetro t que conduzem às seguintes situações distintas de funcionamento:
 - em *equal error rate* (EER);
 - com taxa de zero falsos positivos.

