

**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 2018/2019**

2.º Teste Parcial

30 de maio de 2019, 18:30

Duração: 1:30

**Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).**

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

1. As seguintes questões abordam as técnicas de *processamento de imagem baseado em transformada*.

- (a) {1,25} Indique as principais vantagens e desvantagens do *processamento de imagem baseado em transformada*, comparativamente com o *processamento baseado em filtragem espacial*. Complemente a resposta com um diagrama ilustrativo da aplicação de ambas as técnicas.
- (b) {1,25} Considere a imagem  $f[m, n] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$  e a respetiva DCT  $F[u, v] = \begin{bmatrix} ? & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -\sqrt{2} & 0 & 0 \end{bmatrix}$ , sobre a qual se desconhece o valor de um coeficiente. Indique o valor do coeficiente desconhecido de  $F[u, v]$ .
- (c) {1,25} Seja  $m_f$  o valor médio de intensidade de  $f[m, n]$ . Sabendo que se obtém a imagem  $g[m, n] = f[m, n] - m_f$ , apresente a matriz  $G[u, v] = DCT[g[m, n]]$ .
- (d) {1,25} Considere o seguinte algoritmo aplicado sobre imagens monocromáticas.

Entrada: Imagem monocromática,  $f[m, n]$ .

Saída: Imagem monocromática,  $g[m, n]$ .

1.  $F = DCT(f)$ ;

2.  $F[0, 0] = 2 * F[0, 0]$ ;

3.  $g = IDCT[F]$ ;

Indique a funcionalidade do algoritmo. Indique o resultado obtido pelo algoritmo quando aplicado sobre a imagem  $f[m, n]$  apresentada na alínea (b).

A definição da *Discrete Cosine Transform* (DCT) para imagens de resolução  $M \times N$  é a seguinte:

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

A definição da *Inverse Discrete Cosine Transform* (IDCT) para imagens de resolução  $M \times N$  é a seguinte:

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

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

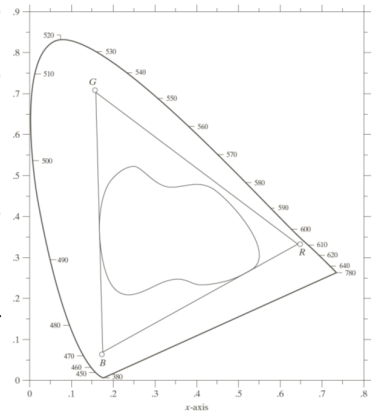
2. A imagem monocromática  $f[m, n]$ , com profundidade  $n = 8$  bit/pixel, apresenta o histograma que se encontra na tabela.

Valor do pixel	0	100	200	210	220	230	240
Ocorrências	4000	4000	4000	100	100	100	100

- (a) {1,5} Pretende-se realizar coloração da imagem  $f[m, n]$  com a técnica *intensity slicing*, tal que a cada nível de cinzento da imagem corresponda uma *Web Safe Color* distinta. Indique como procederia para cumprir este objetivo.
- (b) {1,5} Apresente as funções de transformação de intensidade para realizar coloração da imagem  $f[m, n]$  com a técnica *intensity to RGB transform*, da seguinte forma:
- os valores de intensidade 0, 100 e 200, devem corresponder às três cores primárias Red, Green e Blue, respetivamente;
  - os valores de intensidade acima de 200 devem corresponder à cor branca.

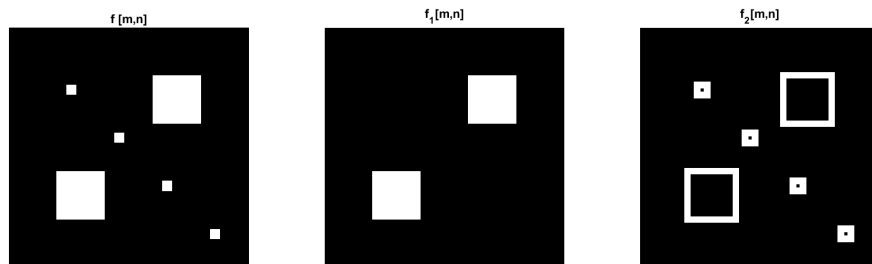
3. As seguintes questões abordam o processamento de imagens coloridas.

- (a) {1,5} A aquisição e a exibição de imagens coloridas é tipicamente realizada no espaço de cor RGB. Indique: (i) as principais razões para esta situação; (ii) as cores representadas pelos códigos  $[120, 120, 120]$  e  $[250, 0, 250]$ , considerando que cada componente é representada com  $n = 8$  bit/pixel.
- (b) {1,5} Considere que se pretende aplicar a técnica de especificação de histograma sobre uma imagem colorida, de forma a tornar as cores existentes mais claras/luminosas. Indique os passos dos algoritmos a realizar para este efeito considerando o seguinte: (i) as imagens estão representadas no espaço de cores RGB; (ii) as imagens estão representadas no espaço de cores HSI.
- (c) {1,5} Considere o diagrama apresentado na figura ao lado, o qual se designa por *color gamut*. Indique o significado: (i) do triângulo com vértices R, G e B; (ii) da zona irregular contida no interior do triângulo.



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

- (a) {1,5} Nas operações de processamento morfológico torna-se necessário definir e aplicar um elemento estruturante. Explique em que consiste o elemento estruturante e quais os critérios de escolha do mesmo.
- (b) {1,5} A imagem binária  $f[m, n]$  da figura tem resolução espacial  $500 \times 500$  e é composta por seis quadrados. Os quadrados de menor dimensão têm lado igual a 20 *pixel* enquanto os de maior dimensão têm lado igual a 100 *pixel*. Indique como procederia, usando operações morfológicas, para a partir da imagem  $f[m, n]$ :
- remover os quatro quadrados de menor dimensão, mantendo os de maior dimensão intactos, obtendo a imagem  $f_1[m, n]$ .
  - obter a imagem  $f_2[m, n]$ , apresentada na figura.



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

- {1,5} Considere as modalidades biométricas *face*, *impressão digital* e *íris*. Caracterize, de forma comparativa, estas modalidades relativamente aos indicadores: unicidade (*uniqueness*), permanência (*permanence*) e desempenho (*performance*).
- {1,5} Indique o significado do indicador *failure to enroll* (FTE). Apresente um exemplo de uma situação em que aconteça um caso de *failure to enroll*, quando se usa a modalidade biométrica *face*.
- {1,5} A figura apresenta um gráfico realizado com o objetivo de avaliar o desempenho de um SB. Quais as ações necessárias para realizar o gráfico? O gráfico refere-se a ações de registo de utilizadores ou refere-se a ações de verificação? Escolhendo o valor de  $t = 0,6$ , o sistema apresentará maior número de falsos positivos ou falsos negativos?

