

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

27 de abril de 2018, 15:30

1.º Teste Parcial

Duração: 1:30

Consulta: 1 folha A4 (2 páginas).

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

1. A imagem monocromática I com 16 níveis de cinzento foi decomposta em planos de bits (*bit plane*). As imagens binárias correspondentes aos planos de bits mais significativos e menos significativos são, respetivamente

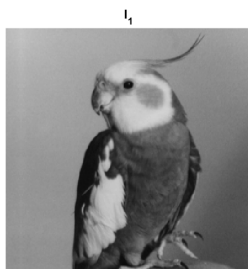
$$I_{MSB} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad I_{LSB} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

- (a) $\{1,0\}$ Nas condições apresentadas, relativamente à imagem I , indique: o número total de planos de bits distintos que a formam; a resolução espacial; o número total de bits ocupados; o valor mínimo da energia.
- (b) $\{1,0\}$ Assuma que a imagem I tem valor médio $m_I = 8$. A imagem I_2 é obtida a partir de I , colocando todo o plano de bits I_{LSB} a zero. Indique o valor médio da imagem I_2 .
2. As imagens monocromáticas, com profundidade $n = 4$ bit/pixel, I_1 e I_2 são definidas como

$$I_1 = \begin{bmatrix} 10 & 1 & 10 & 1 \\ 5 & 1 & 1 & 5 \\ 4 & 1 & 1 & 4 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad I_2 = \begin{bmatrix} 12 & 10 & 8 & 7 & 6 \\ 12 & 10 & 8 & 7 & 6 \\ 12 & 10 & 8 & 7 & 6 \end{bmatrix}.$$

- (a) $\{1,5\}$ Apresente o histograma de cada imagem. Qual destas imagens tem maior brilho? Qual apresenta maior contraste? Apresente os indicadores e os cálculos que considerou para medir o brilho e o contraste.
- (b) $\{1,5\}$ Sejam $I_3 = \text{NOT}[I_1]$ e $I_4 = 2 \times I_2 - 5$. Apresente as imagens I_3 e I_4 , bem como os respetivos histogramas.
- (c) $\{1,5\}$ Apresente um esboço da transformação de intensidade T_1 que obtém a versão negativa de I_1 . Apresente um esboço da respetiva tabela de *lookup* e a imagem resultante dessa transformação.
- (d) $\{1,5\}$ Apresente um esboço da transformação de intensidade T_2 que realiza a equalização de histograma sobre I_1 . Apresente a imagem resultante dessa transformação.
3. Considere as seguintes questões sobre técnicas de Processamento Digital de Imagem (PDI).
- (i) $\{1,5\}$ As imagens monocromáticas I_1 e I_2 apresentadas na figura têm as propriedades indicadas na tabela. Pretende-se realizar a mistura das duas imagens, resultando na imagem I_3 . Indique, de forma detalhada, como proceder para obter a imagem I_3 .

	I_1	I_2
Resolução Espacial	512×512	256×256
Resolução em Profundidade	8 bit/pixel	16 bit/pixel



- (ii) {1,5} Indique dois exemplos de problemas de PDI, tais que seja necessário usar técnicas de filtragem (espacial ou na frequência), dado que a aplicação de transformações de intensidade é insuficiente.
- (iii) {1,5} Num módulo de software a colocar numa câmara digital monocromática, pretende-se adicionar a funcionalidade de controlo de brilho. Esta funcionalidade consiste em detetar se a imagem em aquisição está excessivamente escura ou excessivamente clara de forma a avisar o utilizador e impedi-lo de tirar uma fotografia desadequada. Indique como procederia para implementar esta funcionalidade.
- (iv) {1,5} No algoritmo que se apresenta de seguida, a função `linear_spatial_filtering` realiza filtragem espacial linear com as máscaras definidas pelos parâmetros `a` e `b`.

 Entrada: Imagem monocromática $f[m,n]$, Máscara `a`, Máscara `b`, Booleano `flag`.
 Saída: Imagem monocromática $g[m,n]$.

```
1. f1 = linear_spatial_filtering( f, a ).
2. f2 = linear_spatial_filtering( f, b ).
3. if (flag==1)
4.   g = abs(f1) + abs(f2).
5. else
6.   g = f1 - f2.
```

Indique o tipo de operação/técnica que o algoritmo efetua e a relação entre as imagens $f[m,n]$ e $g[m,n]$, quando se usam os seguintes parâmetros:

$$(1) \quad a = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \text{flag}=0.$$

$$(2) \quad a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \text{flag}=1.$$

4. A imagem $f[m,n]$ tem espetro definido por $F[u,v] = \begin{bmatrix} 15 & 2-j & 5 & 2+j \\ -1 & -2-j & -3 & -2+j \\ -5 & -2-j & 1 & -2+j \\ -1 & -2-j & -3 & -2+j \end{bmatrix}$.

- (a) {1,5} Indique o valor médio e a resolução espacial de $f[m,n]$.
- (b) {1,5} Apresente $|F[u,v]|$ e $\arg[F[u,v]]$, na forma centrada.

5. Considere as seguintes questões relativas a técnicas de filtragem.

- (a) {1,5} Em determinado problema de processamento digital de imagem, pondera-se entre a escolha de filtragem espacial e filtragem na frequência. Indique as vantagens e as desvantagens do processamento de filtragem de frequência, comparativamente com a filtragem espacial. Apresente um exemplo de situação em que devemos optar pela filtragem espacial e outro exemplo em que devemos optar pela filtragem em frequência.
- (b) {1,5} Apresente, na forma de imagem, o esboço da resposta em frequência dos seguintes filtros:
- (1) Filtro passa-alto ideal, com frequência de corte, $D_o = 40$, para imagens de entrada com resolução 256×256 ;
 - (2) Filtro que remove a componente DC da imagem, mantendo todas as outras componentes de frequência, para imagens de entrada com resolução 512×512 ;
 - (3) Filtro rejeita-banda, para a largura de banda definida entre $D_a = 30$ e $D_b = 50$, para imagens de entrada com resolução 1024×512 .