

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

Época de Recurso

Semestre de verão 2016/2017

10 de julho de 2017, 19:00

Duração: 2:30

Consulta: 2 folhas A4 (4 páginas).

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

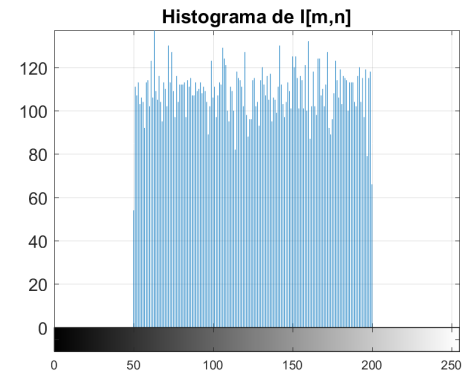
1. A imagem I com resolução espacial 128×128 , tem 256 níveis de cinzento e histograma apresentado na tabela. A soma dos valores de todos os *pixel* da imagem é $\sum_{m=0}^{127} \sum_{n=0}^{127} I[m, n] = 1\ 256\ 452$.

<i>Pixel</i>	0	A	23	90	133	255
Ocorrências	4300	1280	1280	1280	B	0

- a) $\{1,0\}$ Determine os valores de A e B .
- b) $\{1,0\}$ Apresente o histograma da versão negativa de I , designada por I_n .
Sugestão: caso não tenha respondido à alínea anterior, considere a partir de agora valores genéricos para A e B .
- c) $\{1,0\}$ Compare as imagens I e I_n , relativamente ao brilho e ao contraste (idêntico, inferior ou superior).
2. A figura apresenta o histograma da imagem monocromática I de resolução $M \times M$, em que M pode ser escrito na forma $M = 2^k$, sendo k um número inteiro positivo.
- a) $\{1,0\}$ Determine os valores de M e k . Qual a resolução em profundidade de I ?
- b) $\{1,0\}$ Apresente uma estimativa do valor médio de intensidade de I .
- c) Considere as transformações de intensidade definidas por

$$T_1[x] = \begin{cases} x/4, & 0 \leq x \leq 50 \\ x, & 51 \leq x \leq 150 \\ x/2, & 151 \leq x \leq 255 \end{cases} \quad \text{e} \quad T_2[x] = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 50 \\ 180, & 51 \leq x \leq 150 \\ x, & 151 \leq x \leq 255. \end{cases}$$

- i) $\{1,0\}$ Esboce as funções T_1 e T_2 . Descreva as tabelas de *lookup* que realizam T_1 e T_2 .
- ii) $\{1,0\}$ Esboce os histogramas das imagens I_1 e I_2 , resultantes da aplicação de T_1 e T_2 , respetivamente, sobre a imagem I .



3. As seguintes questões abordam técnicas de processamento digital de imagem.
- i) $\{1,0\}$ Determinada imagem monocromática de resolução $M \times N$ é operada, através de filtragem espacial linear, com uma máscara de dimensões $L_M \times L_N$. Indique o número total de multiplicações e de somas realizadas, no pior caso.
- ii) $\{1,0\}$ Pretende-se realizar a operação de *sharpening* sobre uma imagem monocromática, através da aplicação de uma única máscara de filtragem espacial. Tal é possível? Em caso afirmativo, apresente uma máscara que cumpra esse objetivo. Caso contrário, justifique a impossibilidade.
- iii) $\{1,0\}$ Sobre uma imagem colorida representada no espaço HSI, pretende-se realizar a operação de equalização de histograma e apresentar o resultado no espaço RGB. Indique de forma detalhada os procedimentos a efetuar para realizar estas ações.
- iv) $\{1,0\}$ Considere que, sobre uma imagem RGB, se pretende aplicar a técnica *color slicing* sobre a cor com código RGB=[250,0,0]. Indique como procederá para efetuar esta operação: i) no espaço RGB; ii) no espaço HSI.

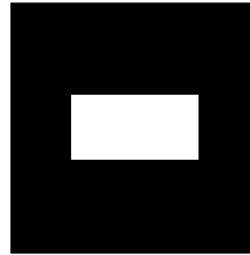
4. Considere o algoritmo que se apresenta de seguida. A função `linear_spatial_filtering` realiza filtragem espacial linear com as máscaras

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad b = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}.$$

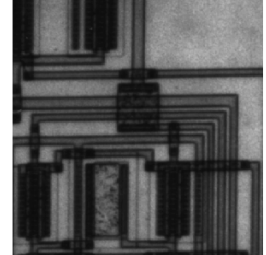
```
-----
Entrada:  Imagem monocromática f[m,n];
Saída:    Imagens monocromáticas g1[m,n] e g2[m,n].
-----
```

```
1. f1 = linear_spatial_filtering( f, a );
2. f2 = linear_spatial_filtering( f, b );
3. g1 = sqrt( pow(f1,2) + pow(f2,2) );
4. g2 = atan2( f1, f2 );
-----
```

f1[m,n]



f2[m,n]



- a) {1,0} Indique a funcionalidade do algoritmo. Em termos genéricos, qual a informação contida nas imagens obtidas pelo algoritmo, designadas por $g_1[m,n]$ e $g_2[m,n]$?
- b) {1,0} Descreva o conteúdo da imagem de saída $g_1[m,n]$, quando na entrada se apresentam as imagens $f_1[m,n]$ e $f_2[m,n]$, apresentadas na figura.
5. {1,0} Considere o algoritmo de filtragem na frequência. Após a ação de *zero padding* obtiveram-se as dimensões da imagem *padded*, designadas por P e Q . Tendo em conta que $D[u,v] = \sqrt{(u - P/2)^2 + (v - Q/2)^2}$, definem-se os filtros:

$$H_A[u,v] = \begin{cases} 2, & \text{se } D[u,v] \leq 40 \\ 1, & \text{se } 40 < D[u,v] \leq 60 \\ 0, & \text{se } D[u,v] > 60 \end{cases}, \quad H_B[u,v] = \frac{D[u,v]}{200} \quad \text{e} \quad H_C[u,v] = \exp\left(-\frac{D^2[u,v]}{200}\right).$$

Indique o tipo de filtragem realizado por $H_A[u,v]$, $H_B[u,v]$, $H_C[u,v]$ e $H_D[u,v] = 1 - H_A[u,v]$.

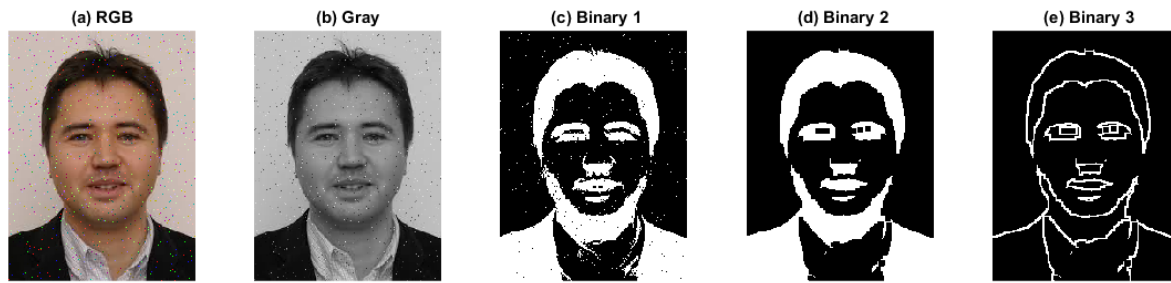
6. A *Discrete Cosine Transform* (DCT) para imagens de resolução $M \times N$ é definida da forma que se apresenta de seguida.

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

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

- a) {1,0} Seja $F[u,v] = \text{DCT}[f[m,n]]$, com $f[m,n] = \begin{bmatrix} 10 & 10 \\ 20 & 20 \end{bmatrix}$. Determine $F[0,0]$ e $F[1,0]$.
- b) {1,0} Seja $g[m,n] = 5 + 2f[m,n]$. Sem realizar cálculos de DCT, indique a relação entre $G[u,v] = \text{DCT}[g[m,n]]$ e $F[u,v]$.

7. A figura apresenta cinco imagens obtidas ao longo do processamento realizado por determinado algoritmo.



- a) $\{1,0\}$ Caraterize o tipo de ruído presente nas imagens (a) e (b). Indique duas formas distintas de obter uma versão monocromática de determinada imagem RGB.
- b) $\{1,0\}$ Indique como se obtém: a imagem (c), a partir da imagem (b); a imagem (d) a partir da imagem (c); a imagem (e) a partir da imagem (d).

8. Considere um sistema biométrico de autenticação de indivíduos, baseado em íris.

- a) $\{1,0\}$ Apresente, de forma resumida, uma abordagem possível para o módulo de extração de caraterísticas, a utilizar pelo sistema.
- b) $\{1,0\}$ Constata-se que o sistema biométrico baseado em íris não está a funcionar com desempenho satisfatório. Para resolver este problema, pretende-se adicionar ao sistema a funcionalidade de autenticação baseada na imagem de face. Indique, de forma detalhada, o procedimento a efetuar para que o sistema biométrico passe a realizar autenticação com íris e imagem de face. O módulo de extração de caraterísticas deverá ser o mesmo para as imagens de íris e imagens de face?