

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

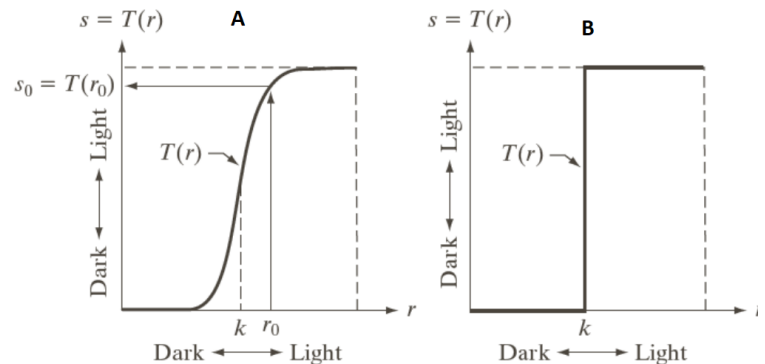
Semestre de verão 2018/2019
 10 de julho de 2019, 19:00
 Duração: 2:30

Consulta: 2 folha A4 (4páginas).
Justifique todas as respostas. Apresente todos os cálculos que efetuar.

1. A imagem monocromática I é definida como $I = \begin{bmatrix} 5 & 10 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 & 10 \\ 5 & 60 & 60 & 0 \end{bmatrix}$.

- (a) {1,0} Relativamente à imagem I , indique: a resolução espacial; a resolução em profundidade mínima, expressa em bit/pixel; plano de bits menos significativo; o plano de bits mais significativo; o valor médio de intensidade.
- (b) {1,0} Determine e apresente a versão negativa de I , designada por I_n . Caracterize as imagens I e I_n , quanto ao contraste (baixo/médio/elevado) e ao brilho (baixo/médio/elevado).
- (c) {1,0} Apresente os histogramas das imagens I e I_n . Determine o valor da entropia destas imagens. Comente o resultado.

2. A figura apresenta as funções de transformação de intensidade A e B .



- (a) {1,0} Indique a funcionalidade associada a cada uma das funções A e B . Para ambas as funções, indique a o papel associado ao parâmetro k .
- (b) {1,0} Apresente um esboço da tabela de *lookup* que realiza cada uma destas funções. Apresente exemplos de situações em que se deve aplicar a função A e a função B .

3. Considere as janelas de filtragem espacial linear definidas por

$$w_1 = A \begin{bmatrix} 1 & C & 1 \\ C & B & C \\ 1 & C & 1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad w_2 = \frac{4}{D+1} \begin{bmatrix} D/4 & (1-D)/4 & D/4 \\ (1-D)/4 & -1 & (1-D)/4 \\ D/4 & (1-D)/4 & D/4 \end{bmatrix}.$$

- (a) {1,0} Determine dois conjuntos de valores distintos para A , B e C , de forma que w_1 seja um operador de *smoothing*.
- (b) {1,0} É possível realizar um operador de *sharpening* com w_1 ? Caso seja possível, indique um conjunto de valores A , B e C . Caso contrário, justifique essa impossibilidade.
- (c) {1,0} Com $D = 0$, identifique o operador realizado por w_2 . Determine a gama de valores adequados para o parâmetro D e explique as consequências da variação dos valores deste parâmetro.

4. Considere o algoritmo de filtragem de imagem, no domínio da frequência. Após a ação de *zero padding*, as dimensões da imagem *padded* são $P = 2M$ e $Q = 2N$. Tendo em conta que $D[u, v] = \sqrt{(u - P/2)^2 + (v - Q/2)^2}$, definem-se os filtros:

$$H_A[u, v] = D[u, v], \quad H_B[u, v] = 2, \quad H_C[u, v] = \frac{1}{1 + \left(\frac{D[u, v]}{D_o}\right)^{2n}} \quad \text{e} \quad H_D[u, v] = 1 + 4\pi^2 D^2[u, v].$$

- (a) $\{1,0\}$ Para os quatro filtros indique, justificando, o tipo de filtragem ou a ação realizada.
- (b) $\{1,0\}$ Para o filtro $H_C[u, v]$ indique a funcionalidade dos parâmetros D_o e n .
5. As seguintes questões abordam o cálculo e utilização do espectro $F[u, v]$, do seu módulo $|F[u, v]|$ e argumento $\arg[F[u, v]]$.

- (a) $\{1,0\}$ Em termos genéricos, indique a informação contida em $|F[u, v]|$ e $\arg[F[u, v]]$. Na visualização e observação, na forma de imagem, do módulo do espectro $|F[u, v]|$ por vezes opta-se por visualizar a imagem dada pela transformação $\log(1 + |F[u, v]|)$ em vez de visualizar diretamente $|F[u, v]|$. Quais as razões e as vantagens desta opção? Justifique.

- (b) Seja o seguinte algoritmo

Entrada: Imagem $f[m, n]$; Filtro $H[u, v]$, especificado na frequência.

Saída: Imagem $g[m, n]$.

1. $F[u, v] = \text{DFT}[\log(1 + f[m, n])]$.
2. $G[u, v] = H[u, v] \cdot F[u, v]$.
3. $g[m, n] = \exp(\text{IDFT}[G[u, v]]) - 1$.
- 4 Retornar $g[m, n]$.

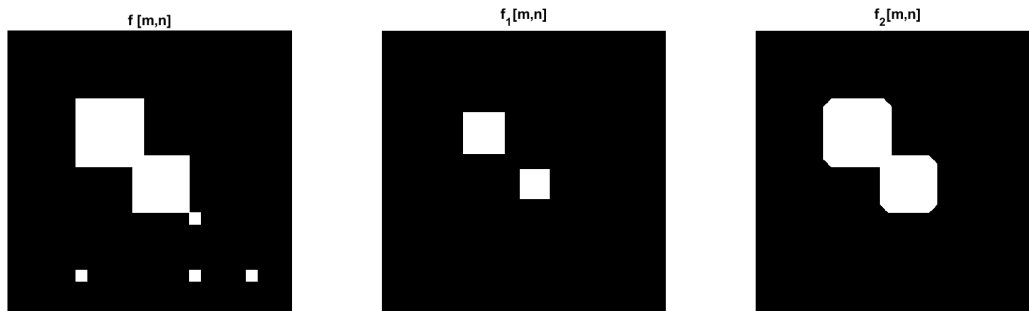
- (i) $\{0,5\}$ Identifique a designação e a funcionalidade do algoritmo. Para que tipo de imagem, é tipicamente aplicado com sucesso?
- (ii) $\{0,5\}$ Na implementação do algoritmo, identifique qual o tipo de filtro que deve ser usado em $H[u, v]$, de forma a obter os resultados adequados.

6. Considere as técnicas de pseudo-cor e de processamento de imagens coloridas.

- (a) $\{1,0\}$ Apresente um esboço das funções de transformação de intensidade para realizar coloração de imagem monocromática, com profundidade de $n = 8$ bit/pixel, com a técnica *intensity to RGB transform*, da seguinte forma:
- (i) os valores de intensidade 0, 50 e 100, devem corresponder às cores Azul, Verde e Vermelho respetivamente;
 - (ii) os valores de intensidade entre 101 e 200 devem corresponder à cor Amarelo.
 - (iii) os valores de intensidade iguais ou superiores a 201 devem corresponder à cor Branca.
- (b) $\{1,0\}$ Considere os códigos de cor $A = [128, 128, 128]$, $B = [200, 0, 0]$ e $C = [0, 128, 128]$ representados no espaço de cor RGB. Sejam os códigos de cor no espaço HSV $X = [127, 255, 128]$, $Y = [0, 0, 128]$ e $Z = [0, 255, 200]$. Efetue a correspondência entre os códigos de cor no espaço RGB e HSV.

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

- (a) $\{1,0\}$ Apresente dois exemplos de problemas de processamento digital de imagem, em que seja adequado recorrer a técnicas de processamento morfológico.
- (b) $\{1,0\}$ Considere a imagem binária $f[m, n]$ apresentada na figura. Indique como procederia, usando operações morfológicas, para a partir da imagem $f[m, n]$ obter as imagens $f_1[m, n]$ e $f_2[m, n]$, apresentadas na figura.



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

- (a) $\{1,0\}$ Descreva detalhadamente os indicadores de erro associados aos SB, designados por *failure to enroll* (FTE), *false positive* (FP), *false negative* (FN), *true positive* (TP) e *true negative* (TN). Qual ou quais destes indicadores são tipicamente avaliados através de uma matriz de confusão?
- (b) $\{1,0\}$ Os SB baseados em impressão digital recorrem, nalguns casos, à utilização de minúcias como pontos chave da impressão digital. Indique em que consistem as minúcias. Para a deteção das minúcias, quais os principais passos a efetuar no âmbito dos algoritmos de processamento digital de imagem?

9. Treinou-se e avaliou-se um classificador, tendo sido obtida a matriz de confusão $C = \begin{bmatrix} 95 & 2 & 2 & 1 \\ 5 & 87 & 2 & 6 \\ 0 & 2 & 95 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 99 \end{bmatrix}$.

- (a) $\{1,0\}$ Indique: o número de classes; o número total de padrões usados no teste; a probabilidade de erro por cada classe. Indique a classe para a qual o classificador aparenta funcionar de forma pior.
- (b) $\{1,0\}$ Os sistemas de reconhecimento de padrões são compostos por dois principais blocos funcionais. Identifique esses blocos e indique as suas funcionalidades. Identifique o tipo de dados de entrada e de saída desses blocos.