

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

Trabalho Prático 1

Semestre de verão 2016/2017 (23 de março de 2017)

Data Limite de Entrega (Código e Relatório): 8 de maio de 2017

Objetivos:

- Realização de processamento digital de imagem.
- Aplicação dos conceitos de transformação de intensidade, filtragem espacial e filtragem na frequência.
- Manipulação de imagens monocromáticas, binárias e coloridas.
- Resolução de problemas comuns de processamento digital de imagem.

O código desenvolvido e o respetivo relatório deverão ser entregues em formato eletrónico no sistema Thoth, até 8 de maio de 2017.

1. Escreva as funções MATLAB cuja funcionalidade se descreve em seguida.
 - i) Função `image_details.m`. Sobre a imagem de entrada (binária, monocromática ou colorida), esta função imprime os seguintes indicadores na consola do MATLAB: resolução espacial; resolução em profundidade; valores mínimo, médio e máximo de intensidade; medida de contraste; entropia da imagem. A função deverá apresentar a imagem e o respetivo histograma. Apresente os resultados obtidos para uma imagem de cada tipo à sua escolha (binária, monocromática ou colorida), a partir do conjunto `GenericImages.zip`.
 - ii) Função `generic_intensity_transform.m`. Apresenta as imagens I e I_t , bem como os respetivos indicadores produzidos pela função `image_details.m`, com $I_t[m, n] = T[I[m, n]]$, sendo T uma transformação de intensidade genérica. A transformação T é realizada através de tabela de *lookup*. Apresente resultados experimentais que comprovem o correto funcionamento desta função, para imagens monocromáticas e coloridas do conjunto `GenericImages.zip`.
2. Considere o processamento de imagens médicas, de impressão digital e de faces. Neste contexto, escreva as funções MATLAB que se descrevem em seguida.
 - i) Função `medical_image_enhancement.m`. Para as imagens médicas no conjunto `MedicalImages.zip`, realiza transformações de intensidade adequadas para melhorar a legibilidade das mesmas. Apresente os resultados obtidos para cada imagem deste conjunto.
 - ii) Função `fingerprint_enhancement.m`. Para uma imagem de impressão digital produz uma versão binária da mesma, tentando separar as riscas do fundo. Apresente os resultados experimentais obtidos com as imagens do conjunto `FingerprintImages.zip`.
 - iii) Função `face_detection.m`. Para uma imagem de face, procura localizar os extremos da face e afixar um retângulo a delimitar a face. Apresente os resultados experimentais obtidos com as imagens do conjunto `FaceImages.zip`.

Para os restantes exercícios, poderá optar por um ambiente e linguagem de programação diferentes do MATLAB.
3. O ficheiro `NoisyDistortionImages.zip` contém um conjunto de imagens com diferentes problemas comuns no processamento de imagem. Para cada imagem deste conjunto:
 - a) identifique o(s) problema(s) na imagem e proponha uma técnica (ou mais) para a sua correção;
 - b) compare a imagem restaurada com a imagem original, através dos indicadores apresentados na segunda página deste enunciado; comente os resultados obtidos.
4. Escreva a função/método `codeCardGenerator`, a qual gera uma imagem colorida, contendo um cartão de códigos, com conteúdo aleatório, de forma matricial, tal como se apresenta na figura. Apresente cinco imagens diferentes geradas com o método proposto.

	1	2	3	4	5	6
A	321	246	431	987	764	542
B	669	541	529	346	501	998
C	634	531	841	874	156	264
D	159	537	379	542	632	402

5. Considere as imagens binárias e monocromáticas presentes no ficheiro `BinaryAndGrayscaleImages.zip`. Para cada imagem deste conjunto:
- realize coloração das imagens através das técnicas de *intensity slicing* e *intensity to RGB transform*; indique os critérios e as funções usadas para a atribuição de cores.
 - comente qual das técnicas aplicadas produz melhores resultados.

MEDIDAS DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE UMA IMAGEM

Para uma imagem I com resolução espacial $M \times N$:

- i) O **Brilho** de I , pode ser avaliado pelo seu valor médio de intensidade, definido como

$$m_I = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} I[m, n]. \quad (1)$$

- ii) O **Contraste** de I , pode ser avaliado através de

$$c_I = 20 \log_{10} \left(\frac{m_x + 1}{m_i + 1} \right), \quad (2)$$

em que m_x e m_i , são o máximo e o mínimo valor de intensidade de I , respetivamente.

- iii) A **Previsibilidade ou Incerteza** de I , pode ser avaliada através da **entropia**

$$H_I = - \sum_{i=0}^{L-1} p(x_i) \log_2(p(x_i)), \quad (3)$$

em que L é o número de níveis de cinzento distintos e $p(x_i)$ é a probabilidade de ocorrência de cada valor possível de pixel x_i . Tem-se $0 \leq H_I \leq \log_2(L)$, em que zero significa imagem constante (previsibilidade absoluta) e $\log_2(L)$ indica a máxima incerteza (histograma uniforme).

MEDIDAS DE COMPARAÇÃO DE IMAGENS (A APLICAR ENTRE DUAS IMAGENS I_1 E I_2)

- i) A diferença em **brilho, contraste e entropia**, definidas como

$$\Delta_m(I_1, I_2) = m_{I_1} - m_{I_2}, \quad \Delta_c(I_1, I_2) = c_{I_1} - c_{I_2}, \quad \text{e} \quad \Delta_H(I_1, I_2) = H_{I_1} - H_{I_2}. \quad (4)$$

- ii) O erro quadrático médio, **Mean-Squared Error (MSE)**, definido através de

$$MSE(I_1, I_2) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (I_1[m, n] - I_2[m, n])^2. \quad (5)$$

- iii) O erro absoluto médio, **Mean-Absolute Error (MAE)**, definido como

$$MAE(I_1, I_2) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |I_1[m, n] - I_2[m, n]|. \quad (6)$$