



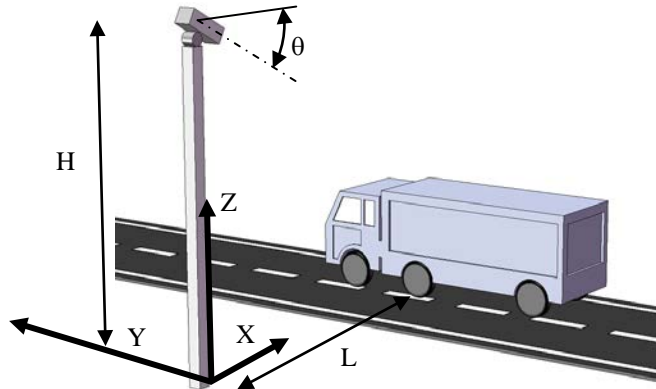
Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época de Recurso - 7 de Julho de 2014

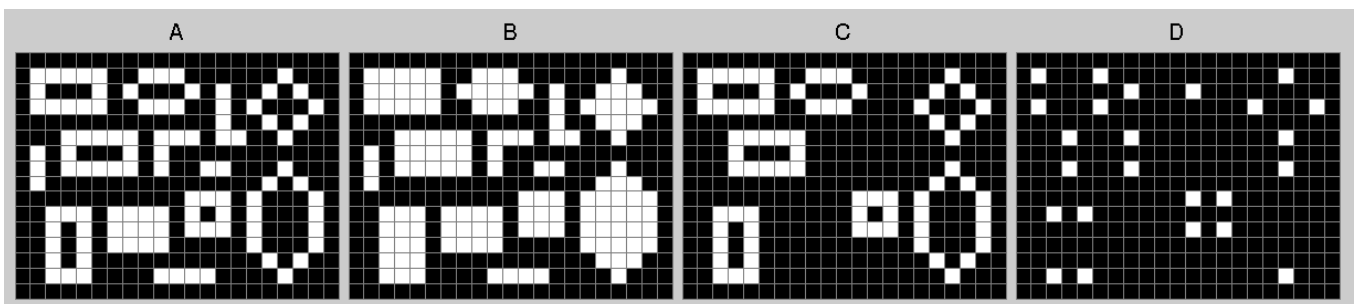
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica; Mestrado em Engenharia de Automação Industrial
Minor em Automação da Licenciatura em Matemática

Universidade de Aveiro
Dep. de Engenharia Mecânica

1. Seja uma câmara de vigilância de tráfego com o eixo ótico perpendicular ao eixo da estrada, mas inclinado um ângulo θ em direção ao plano da estrada. O poste de suporte da câmara tem altura H , e está à distância L do eixo da estrada. A câmara usa um CCD de 1025×769 pixels, com dot pitch de 120 pixels/mm. A distância focal da câmara é f .

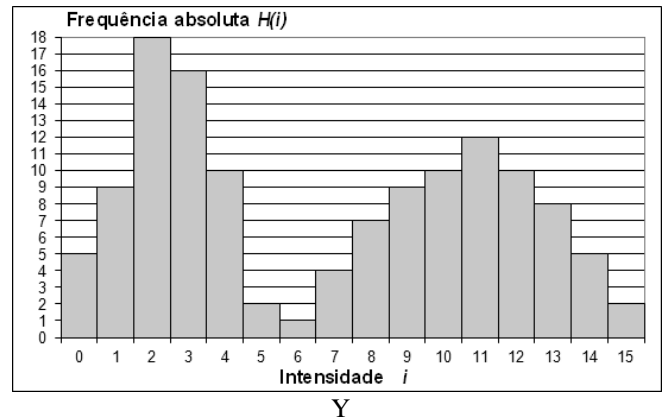
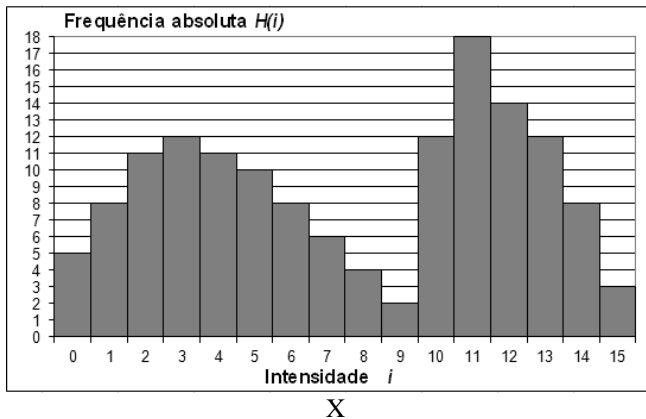


- a) Com base no sistema de coordenadas representado, e em função das diversas variáveis do problema (L , H , θ , f), indicar a expressão matricial que permite calcular as coordenadas de um pixel na imagem, $q = [x_{\text{pix}} \ y_{\text{pix}} \ 1]^T$, a partir das coordenadas no mundo real do ponto correspondente $P = [X_s \ Y_s \ Z_s \ 1]^T$. Indicar os elementos das matrizes e vetores.
- b) Para os valores $H=15$ m, $L=20$ m, $\theta=45^\circ$, calcular qual pode ser a máxima distância focal f_{max} da câmara para que um veículo de 20 m de comprimento e 3 m de altura, a circular junto ao eixo da via, seja totalmente visível na imagem quando passa no campo de visão da câmara. **NB.** Considera-se o veículo totalmente visível quando na imagem da câmara estiverem presentes os 4 vértices do retângulo de 20m x 3m que envolve a face lateral virada para a câmara.
2. Sejam as seguintes quatro imagens binárias. Nas respostas às questões não podem ser usadas nenhumas funções da *Digital Image Processing Toolbox* do Matlab, devendo usar-se operações sobre conjuntos e de morfologia, recorrendo à notação usada no formulário.



- a) Indicar uma sequência de operações morfológicas (e respetivos elementos estruturantes) para obter a imagem B a partir da imagem A. **Sugestão:** Usar operações que emulem a função “ $B = \text{imfill}(A, 'holes')$ ” do Matlab.
- b) Indicar uma sequência de operações morfológicas (e respetivos elementos estruturantes) que permita obter a imagem C a partir das anteriores (A e/ou B).
- c) Indicar um filtro de convolução F e uma função $g(x)$ para detetar os pixels que estão nos “vértices” com ângulos de 90° dos objetos com furos, ou seja, indicar F e $g(x)$ tal que: $D = g(C * F)$, onde “*” representa a operação de convolução.

3. Considerar que existem duas imagens X e Y com 16 níveis de cinzento das quais se representam os respectivos histogramas:



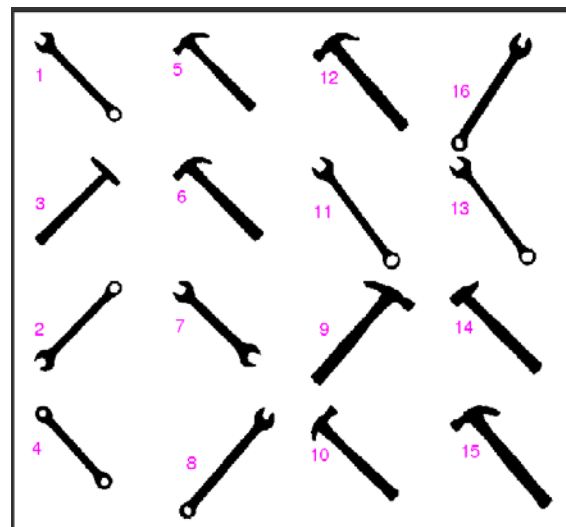
- Sabendo que a proporção das dimensões da imagem X é de 16:9, e da imagem Y é de 16:8, calcular as respetivas dimensões (largura e altura).
 - Determinar qual das imagens tem estatisticamente um contraste médio maior. Justificar com cálculos baseados na variância dos histogramas.
 - Usando o momento μ_0 do histograma para definir o valor inicial T_0 para o cálculo do limiar de binarização para a imagem X, pelo algoritmo de isodados, qual seria a iteração seguinte T_1 ? Indicar os cálculos.
4. Num processo de classificação de objetos numa imagem, serão usados dois descritores específicos (d_1 e d_2) que definem o padrão $x=[d_1 \ d_2]^T$. Os objetos presentes na imagem devem ser classificados no tipo A ou tipo B. Para definir os critérios de classificação são fornecidos os descritores de amostras conhecidas de vários objetos de tipo A e B (4 amostras de cada tipo), e que constam na tabela 1. Na tabela 2 são dados descritores de outros objetos desconhecidos que se pretendem classificar como tipo A ou B. A título ilustrativo, confirma-se que os objetos desconhecidos têm correspondência de número na imagem ilustrada.

	Objetos do tipo A		Objetos do tipo B	
	d_1	d_2	d_1	d_2
	0,16131	0,50070	0,18363	0,43355
	0,16188	0,50839	0,17652	0,45671
	0,20461	0,56125	0,22963	0,56802

Tabela 1

Objetos desconhecidos		
Num	d_1	d_2
10	0,17167	0,44149
11	0,13413	0,44276
12	0,17059	0,46867
13	0,13040	0,42440

Tabela 2



- Com base nas amostras dadas, determinar o padrão médio $\mu_x = [\bar{d}_1 \ \bar{d}_2]^T$ para cada tipo de objeto A e B e, pelo critério da distância Euclidiana, determinar o tipo dos objetos desconhecidos (10, 11, 12 e 13). Indicar os cálculos.
- Com o objetivo de usar a distância de Mahalanobis, e com base nas amostras de objetos conhecidos, calcular e indicar as matrizes de covariância dos descritores para as amostras dos objetos de tipo A e tipo B. **NB.** A título indicativo, refere-se que os elementos das matrizes de covariância são da ordem de grandeza de 10^{-3} .
- Com os dados calculados nas alíneas anteriores, e usando a distância de Mahalanobis, classificar os objetos desconhecidos no tipo A ou B. Indicar os cálculos. **NB.** É de esperar um desempenho superior relativamente ao processo que usa a distância Euclidiana.