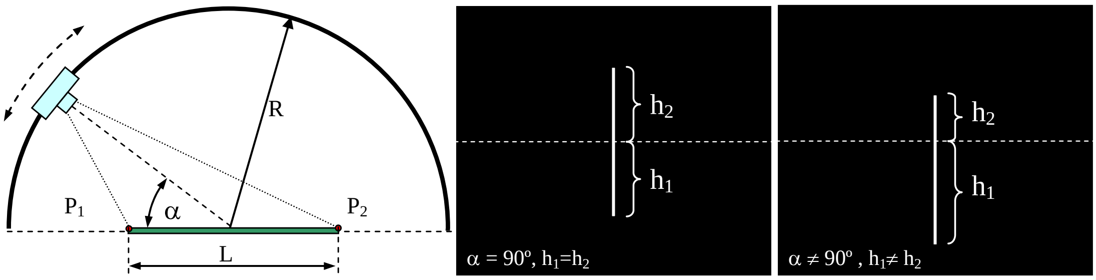
Universidade de Aveiro
Dep. de Engenharia Mecânica

Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época de Recurso - 4 de Julho de 2012

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

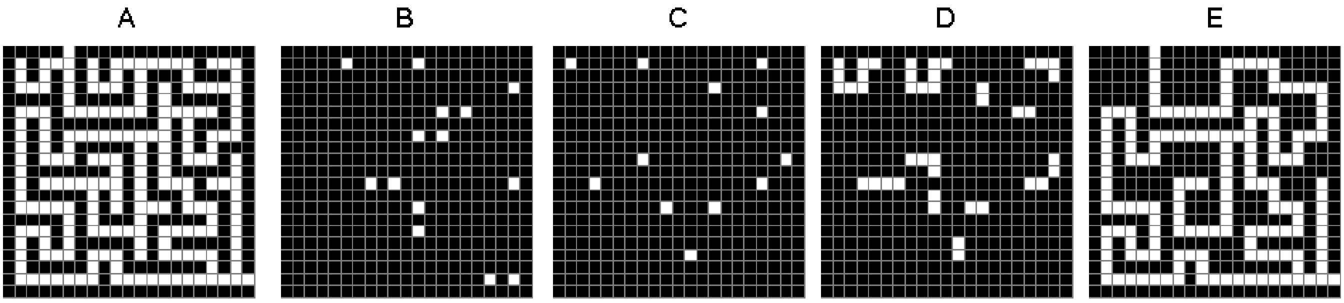
1. Uma câmara de 1281x1023 *pixels*, com distância focal de 12 mm e *dot-pitch* de 115 *pixels*/mm, está colocada num suporte semicircular de raio R sobre o qual pode ser deslocada, mantendo sempre o seu eixo ótico a intersetar o centro da semicircunferência. A câmara pode ser posicionada de tal forma que o ângulo α formado pelo seu eixo com a barra definida pelos pontos P_1 e P_2 pode variar de 0 a 180º, conforme ilustrado. A barra está colocada sobre o diâmetro da semicircunferência e com o seu ponto médio coincidente com o respetivo centro, e ainda alinhada com o plano ZOY da câmara. As duas figuras da direita ilustram a imagem da barra na câmara em duas posições distintas, sendo a primeira (α=90º) a posição em que a câmara aponta na vertical para baixo. O tracejado nas imagens traduz a linha média horizontal da imagem. Desprezar a espessura e a largura da barra.



a) Indicar na sua forma completamente expandida a expressão matricial $[p_1\ p_2] = K\ [P_1\ P_2]$ onde K é a matriz intrínseca da câmara e os *pixels* (p_1 e p_2) e os pontos (P_1 e P_2) estão representados no seu formato homogéneo.

b) Determinar o valor do ângulo α de tal modo que se tenha na imagem na câmara a relação $h_1=2h_2$.

2. Sejam as seguintes imagens binárias onde a imagem A representa um labirinto e os *pixels* brancos são os corredores de passagem e os *pixels* pretos as paredes do labirinto. Nas respostas às questões não podem ser usadas <u>nenhumas</u> funções da *Digital Image Processing Toolbox* do Matlab devendo usar-se operações de conjuntos e a notação usada no formulário.

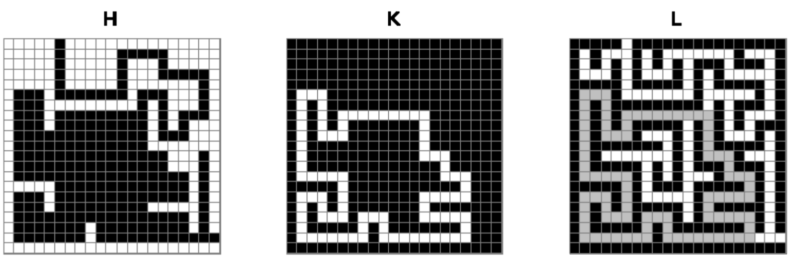


a) Indicar um filtro de convolução F e uma função *g(x)* que permita detetar todos os entroncamentos nos percursos em A de forma a obter o seguinte $\mathrm{B} = g\left(\mathrm{A} * \mathrm{F}\right)$.

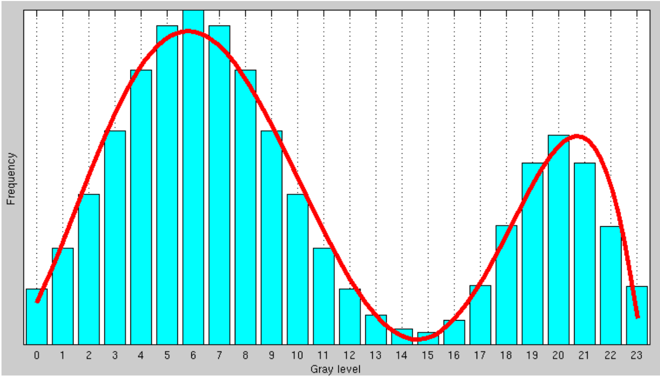
b) Usando operações morfológicas apropriadas (e respetivos elementos estruturantes), determinar os *pixels* que representam "becos sem saída", ou seja, indicar as operações para obter a imagem C a partir da imagem A. **NB**. A entrada e saída do labirinto não são considerados "becos sem saída".

c) Sabendo que todos os "becos sem saída" estão ligados a um entroncamento, indicar as operações morfológicas (e respetivos elementos estruturantes) necessárias para remover os troços correspondentes a "becos sem saída" da imagem original, ou seja, obter a imagem D, e consequentemente a E, a partir das imagens anteriores (A, B, C). **Sugestão**: Combinar imagens e usar uma reconstrução com um elemento estruturante específico. **NB**. Devido a este processo surgirão na imagem E novos "becos sem saída" que devem ser ignorados.

d) A partir da imagem E indicar que operações se podem fazer para isolar numa imagem o contorno do "grande percurso" central ilustrado na imagem K abaixo, ou seja, quais são as operações para obter K usando a imagem E e imagens anteriores. **Sugestão**: Obter a imagem H como um passo intermédio do problema.



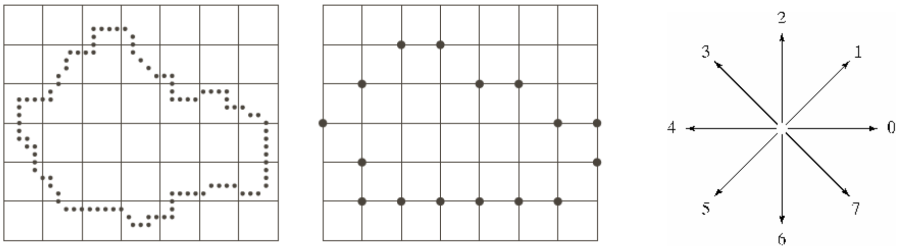
3. **Existe um determinado tipo de imagens cujo histograma pode ser aproximado por um polinómio de quinta ordem** $H(\hat{x}) = p_5\hat{x}^5 + p_4\hat{x}^4 + p_3\hat{x}^3 + p_2\hat{x}^2 + p_1\hat{x} + p_0$ **com** $\hat{x} = (x-\bar{x})/\sigma_x$ **válido para x∈[0, L-1] e onde L é o número de níveis de cinzento da imagem (L=24 no exemplo).** $(\bar{x}, \sigma_x)$ **são respetivamente a média e o desvio padrão dos valores das intensidades (são fixos para cada L, e com L=24 será** $\bar{x} = 11.5$ **e** $\sigma_x = \sqrt{50}$ **). Para o caso ilustrado tem-se:** [p_5 p_4 p_3 p_2 p_1 p_0] = [-0.799 -0.852 3.336 2.054 -3.278 0.852].



a) Com os elementos dados, determinar o momento de ordem zero do histograma μ_0.

b) Admitindo que o histograma resulta de duas distribuições Gaussianas em torno das intensidades m_1=6, e m_2=20 com variâncias v_1=10 e v_2=3.5, determinar um valor adequado para o limiar de binarização. Justificar com cálculos.

4. **Considere o seguinte contorno C1 que se pretende representar com um código de cadeia de Freeman.**



C1 C2

a) A figura C2 ilustra uma subamostragem do contorno original C1. Usando um código de Freeman de 8 direções, indicar o código de cadeia de C2 normalizado de forma a ser independente do ponto de início do contorno.

b) Indicar qual seria o código de cadeia normalizado para a representação ficar independente da orientação do objeto.

Cotação: Questão 1 – 4 Valores. Questão 2 – 9 Valores. Questão 3 – 4 Valores. Questão 4 – 3 Valores.

Formulário:

Matriz intrínseca da câmara: $\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \alpha_x & 0 & x_0 \\ 0 & \alpha_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Expressões para operar/analisar histogramas:

Histogramas discretos: h(i) e H(i)

$$h(i) = \frac{H(i)}{\sum_{j=0}^{L-1} H(j)}, \quad \sum_{i=0}^{L-1} h(i) = 1, \quad \mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (i-\mu_0)^n h(i),$$

$$\mu_0 = \sum_{i=0}^{L-1} i h(i), \quad m_k^b = \frac{\sum_{i=0}^{T_{k-1}-1} iH(i)}{\sum_{i=0}^{T_{k-1}-1} H(i)}, \quad m_k^f = \frac{\sum_{i=T_{k-1}}^{L-1} iH(i)}{\sum_{i=T_{k-1}}^{L-1} H(i)}$$

Histogramas contínuos: h(x) e H(x)

$$h(x) = \frac{H(x)}{\int_0^{L-1} H(s)\,ds}, \quad \int_0^{L-1} h(x)\,dx = 1,$$

$$\mu_n = \int_0^{L-1} (x-\mu_0)^n h(x)\,dx, \quad \mu_0 = \int_0^{L-1} x h(x)\,dx$$

Função Gaussiana: $f(x;\bar{x},\sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$

Morfologia:

$\mathrm{A}_h = \{p \in \mathbb{Z}^2 : p = x+h, x \in \mathrm{A}\}$,

$\mathrm{A}^C = \overline{\mathrm{A}} = \{p \in \mathbb{Z}^2 : p \notin \mathrm{A}\}$,

$\mathrm{A} \backslash \mathrm{B} = \mathrm{A} - \mathrm{B} = \mathrm{A} \cap \mathrm{B}^C = \{p \in \mathbb{Z}^2 : (p \in \mathrm{A}) \wedge (p \notin \mathrm{B})\}$

$\mathrm{C} = \mathrm{A} \oplus \mathrm{B} = \{c \in \mathbb{Z}^2 : c = a+b, a \in \mathrm{A} \wedge b \in \mathrm{B}\} = \bigcup_{h \in B} \mathrm{A}_h$,

$\mathrm{C} = \mathrm{A} \ominus \mathrm{B} = \{c \in \mathbb{Z}^2 : \mathrm{B}_c \subseteq \mathrm{A}\} = \bigcap_{h \in B} \mathrm{A}_{-h}$

$\mathrm{D} = \mathrm{A} \otimes (\mathrm{B},\mathrm{C}) = (\mathrm{A} \ominus \mathrm{B}) \cap (\mathrm{A}^C \ominus \mathrm{C})$

$\mathrm{A} \bullet \mathrm{B} = (\mathrm{A} \oplus \mathrm{B}) \ominus \mathrm{B}$, $\quad \mathrm{A} \circ \mathrm{B} = (\mathrm{A} \ominus \mathrm{B}) \oplus \mathrm{B}$

$\bigcup_i \mathrm{A} \otimes (\mathrm{B}_i, \mathrm{C}_i) = \bigcup_i \left[(\mathrm{A} \ominus \mathrm{B}_i) \cap (\mathrm{A}^C \ominus \mathrm{C}_i) \right]$

Propagação/reconstrução da semente A até à mascara B com o elemento estruturante C (dilatação recursiva condicionada):

$\mathrm{D} = \mathrm{A} \oplus|_B \mathrm{C}$ e equivale a: $\begin{cases} \mathrm{X}_0 = \mathrm{A} \\ \mathrm{X}_i = (\mathrm{X}_{i-1} \oplus \mathrm{C}) \cap \mathrm{B} \\ \mathrm{D} = \mathrm{X}_i \Leftarrow \mathrm{X}_i = \mathrm{X}_{i-1} \end{cases}$