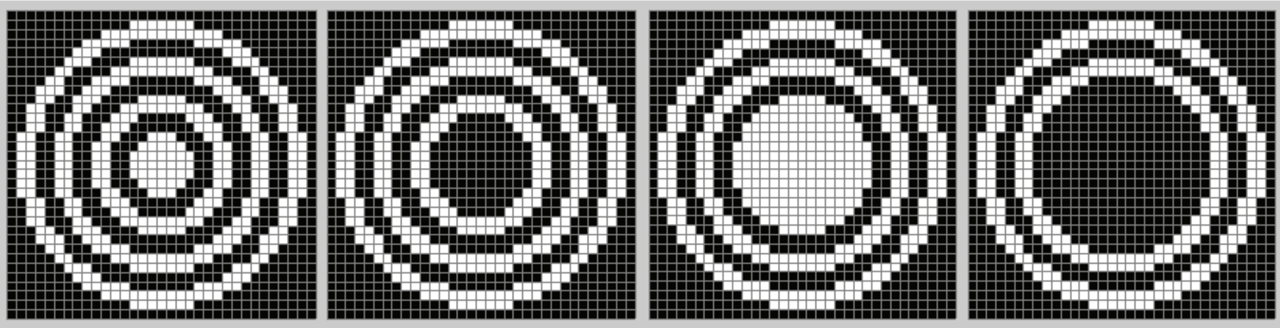
Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Mecânica

Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época de Recurso - 14 de Julho de 2010

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica; Mestrado em Engenharia de Automação Industrial
Minor em Automação da Licenciatura em Matemática
Programa Doutoral em Informática, MAP-I

1. Sejam as seguintes imagens binárias que representam marcadores observados numa determinada cena. Distinguem-se pelo valor *v* dos pixels da zona central do padrão, e pelo número *n* de "circunferências" concêntricas que o constituem. Um marcador destes representa-se de forma genérica por M<v,n> onde $v \in \{0,1\}$ e $n \in \mathbb{N}$. Assim, para as 4 imagens ilustradas tem-se: A=M<1,3>, B=M<0,3>, C=M<1,2>, D=M<0,2>.



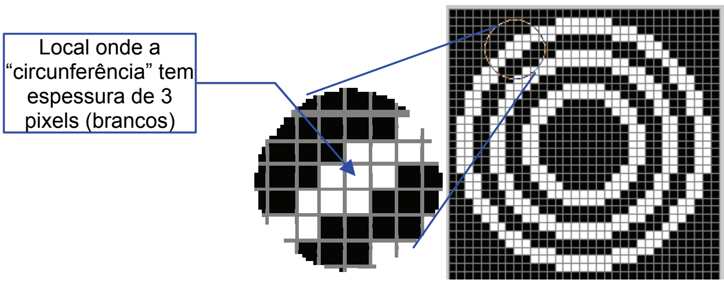
A B C D

a) Utilizando apenas operações morfológicas fundamentais (erosão, dilatação) e seus modificadores (número de execuções, condições de execução, elementos estruturantes), bem como as eventuais operações de união, intersecção, complemento ou "subtracção" de imagens, indicar uma sequência de operações S que transforme as imagens dos marcadores do tipo M<1,n> em imagens dos do tipo M<0,n> mas que preserva completamente inalterados os de tipo M<0,n>. Ou seja, S é tal que: S(M<1,n>)=M<0,n> e S(M<0,n>)=M<0,n>. **NB.** Especificar os modificadores das operações morfológicas.

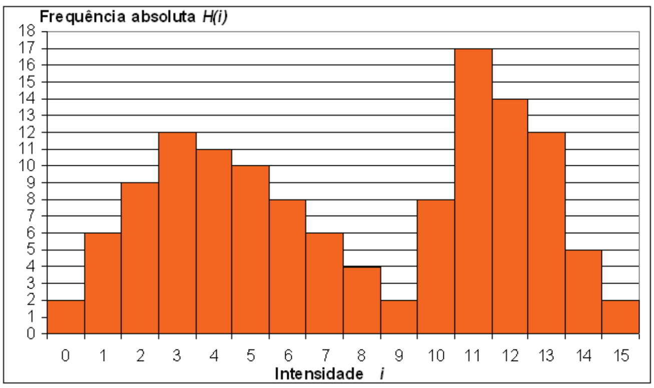
b) Conhecendo o descritor "boundingbox" BB=$\{x_{topleft}, y_{topleft}, w, h\}$ de um marcador genérico M<v,n>, indicar, justificando, uma expressão para obter o valor *v* do marcador usando essa informação de BB.

c) Admitindo que se aplicou a sequência S da alínea a) e que os marcadores foram reduzidos à forma M<0,n>, e admitindo que o descritor centróide C=$\{x_0,y_0\}$ também é conhecido, indicar e descrever um procedimento que, usando o resultado da aplicação de um filtro de gradiente Gx=$\begin{bmatrix}0&0&0\\-1&1&0\\0&0&0\end{bmatrix}$, permita determinar o parâmetro *n* do marcador. **Sugestão**: usar e adaptar o conceito de ROI linear usado nos *softwares* industriais.

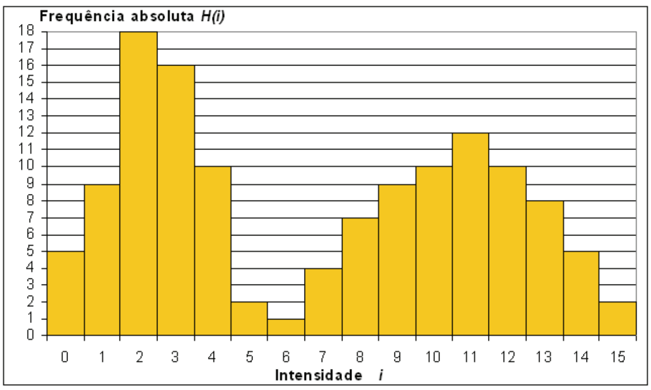
d) Em marcadores do tipo M<0,n> indicar um filtro (3x3), bem como a forma de o usar, para determinar quais os locais (*pixels*) em que a "espessura" das "circunferências" é de 3 ou mais *pixels*. **NB**. Neste contexto, a "espessura" mede-se pela existência simultânea na horizontal e vertical de 3 *pixels*, e a figura seguinte ilustra um local (*pixel)* onde essa situação se verifica:



2. Considear que existem duas imagens W e Z com 16 níveis de cinzento das quais se representam os respectivos histogramas:



W



Z

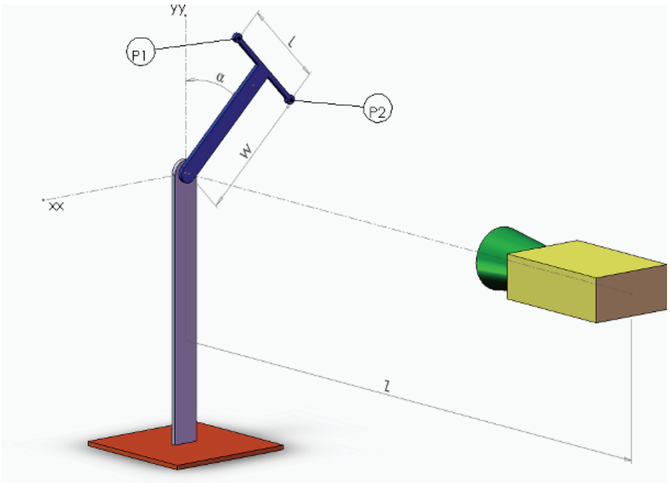
a) Qual das imagens tem um contraste médio maior? Justificar com cálculos baseados na variância dos histogramas.

b) Usando o momento μ_0 do histograma para definir o valor inicial T_0 para o cálculo do limiar de binarização para a imagem W, pelo algoritmo de isodados, qual seria a iteração seguinte T_1? Indicar os cálculos.

c) Pretende-se fazer uma operação no contraste das imagens que num primeiro passo alterará o valor de (no máximo) 10% dos *pixels* mais claros e (no máximo 10%) dos pixels mais escuros. Esses *pixels* passam a assumir o valor dos *pixels* mais próximos. Indicar os histogramas alterados em consequência destas operações para as imagens W e Z.

d) Após as operações anteriores nos histogramas, faz-se a respectiva expansão dos constrastes para ocupar de novo toda a gama de cinzentos de 0 a 15. Que valor passa a ter um *pixel* que inicialmente tinha o valor 11 na imagem Z? Ilustrar com cálculos e arredondar o valor final às unidades.

3. Seja um dispositivo em movimento de rotação que consiste numa barra de comprimento L fixada ortogonalmente a uma haste de comprimento W que gira num plano paralelo ao da imagem, a uma distância Z, como se ilustra na figura abaixo. A câmara tem 1025x769 pixels, um CCD de 150 pixels/mm e uma lente com distância focal de 6 mm. O ângulo α é zero quando a barra está horizontal acima do eixo zz; as medições angulares seguem o sentido directo no referencial da câmara. L=0.5 m; W= 0.8 m.



a) Com base nos dados, indicar a expressão da matriz intrínseca da câmara e determinar, em função de Z, as coordenadas na imagem (em *pixels*) do ponto P1 da barra na posição em α=0.

b) Estabelecer a expressão matricial genérica para o ponto P1(X,Y,Z) para um ângulo α genérico de -180º a +180º, expressando também a coordenada Y em função de X, Z, L, W e α.

c) Determinar uma distância Z e um ângulo α para que o ponto P1 apareça na imagem com a coordenada x_{pix}=800 e y_{pix} na parte superior da imagem.

Cotação: Questão 1 – 8 Valores. Questão 2 – 7 Valores. Questão 3– 5 Valores

Breve formulário

Momentos de imagens:

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y), \quad \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}, \quad m_{01} = \sum_x \sum_y y \cdot f(x,y), \quad m_{10} = \sum_x \sum_y x \cdot f(x,y)$$

Expressões para operar/analisar histogramas:

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (i-\mu_0)^n h(i), \quad \mu_0 = \sum_{i=0}^{L-1} i h(i), \text{ com } h(i) \text{ normalizado, i.e., } 0 \le h(i) < 1, \forall i \in \{0,1,2,\dots,L-1\}$$

$$g(x,y) = (L-1)\frac{f(x,y) - \min[f(x,y)]}{\max[f(x,y)] - \min[f(x,y)]}, \quad m_k^b = \frac{\sum_{i=0}^{T_{k-1}-1} iH(i)}{\sum_{i=0}^{T_{k-1}-1} H(i)}, \quad m_k^f = \frac{\sum_{i=T_{k-1}}^{L-1} iH(i)}{\sum_{i=T_{k-1}}^{L-1} H(i)},$$

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

Morfologia:

$$A_h = \{p \in \mathbf{Z}^2 : p = x + h, x \in A\}; \qquad A^C = \overline{A} = \{p \in \mathbf{Z}^2 : p \notin A\}$$

$$C = A \oplus B = \{c \in \mathbf{Z}^2 : c = a + b, a \in A \wedge b \in B\} = \bigcup_{h \in B} A_h; \; C = A \ominus B = \{c \in \mathbf{Z}^2 : c + b \in A, para\,todos\,b \in B\} = \bigcap_{h \in B} A_{-h}$$

$$D = A \otimes (B,C) = (A \ominus B) \cap (A^C \ominus C); \quad \bigcup_i A \otimes (B_i, C_i) = \bigcup_i \left[(A \ominus B_i) \cap (A^C \ominus C_i)\right]$$