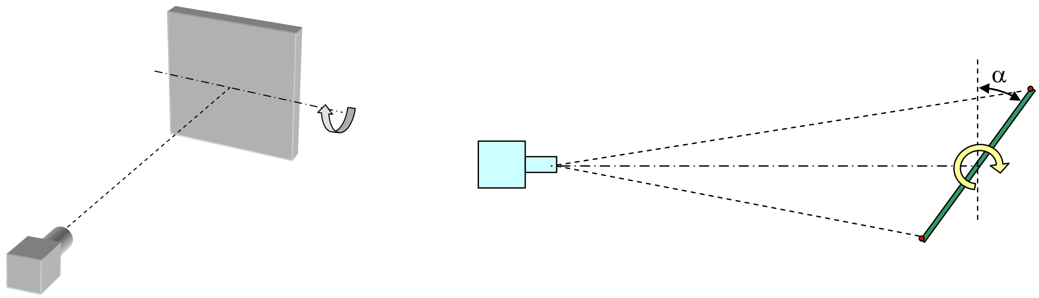
Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Mecânica

Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época Normal - 27 de Junho de 2011

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

1. Uma câmara de 1239x1023 *pixels* com distância focal de 15 mm e *dot-pitch* de 150 pixels/mm está colocada a uma distância inicial de 3 m de um painel quadrado de 80 cm de lado. De início o painel está paralelo ao plano focal, mas depois reorienta-se em torno do seu eixo médio.

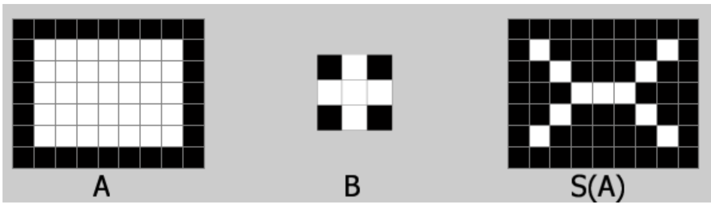


a) Indicar o valor numérico da matriz intrínseca da câmara para as condições iniciais.

b) Dado um ponto genérico P=$[x_S\ y_S\ z_S]^T$ no painel, estabelecer a equação da transformação de perspectiva para obter o correspondente ponto na imagem em coordenadas de pixel p=(x_{pix}, y_{pix}). Considerar que o centro geométrico do CCD coincide com a intersecção do eixo óptico com o plano focal e que a contagem de pixels começa no canto inferior esquerdo da imagem com o pixel (1,1).

c) Para uma orientação α, calcular qual a distância mínima a que a câmara poderá estar colocada do eixo do painel de forma a que nenhum ponto do painel se projecte a menos de 500 pixels do centro da imagem.

2. Uma operação de erosão repetida *k* vezes recursivamente sobre uma imagem A com o elemento estruturante B é representada por: $\mathrm{C} = \mathrm{A} \ominus k\,\mathrm{B} = ((((\mathrm{A} \ominus \underbrace{\mathrm{B}) \ominus \mathrm{B}) \ominus \mathrm{B}) \cdots \ominus \mathrm{B})}_{k\ vezes}$ **onde, para *k*=0, se terá C=A. Define-se o esqueleto morfológico S de A pela expressão** $S(\mathrm{A}) = \bigcup_{k=0}^{K} S_k(\mathrm{A})$ **onde** $S_k(\mathrm{A}) = (\mathrm{A} \ominus k\,\mathrm{B}) \setminus ((\mathrm{A} \ominus k\,\mathrm{B}) \circ \mathrm{B})$**; para k=0 ter-se-á:** $S_0(\mathrm{A}) = \mathrm{A} \setminus (\mathrm{A} \circ \mathrm{B})$**. Pretende-se calcular o esqueleto S(A) usando o elemento estruturante B cuja origem é o seu ponto central.**

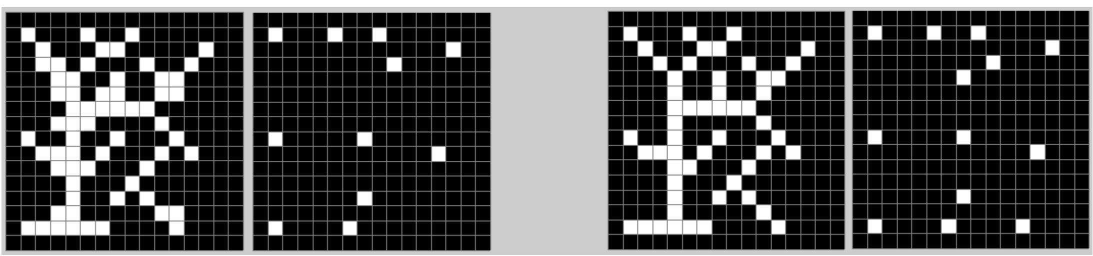


a) Determinar e representar $(\mathrm{A} \ominus k\,\mathrm{B})$ para k=0, k=1, e k=2.

b) Determinar e representar $(\mathrm{A} \ominus k\,\mathrm{B}) \circ \mathrm{B}$ para k=0, k=1, e k=2.

c) Com base na definição dada no enunciado, obter e representar *S_k(A)* para k=0, 1 e 2, e demonstrar que o esqueleto morfológico é dado por *S(A)* como representado na figura.

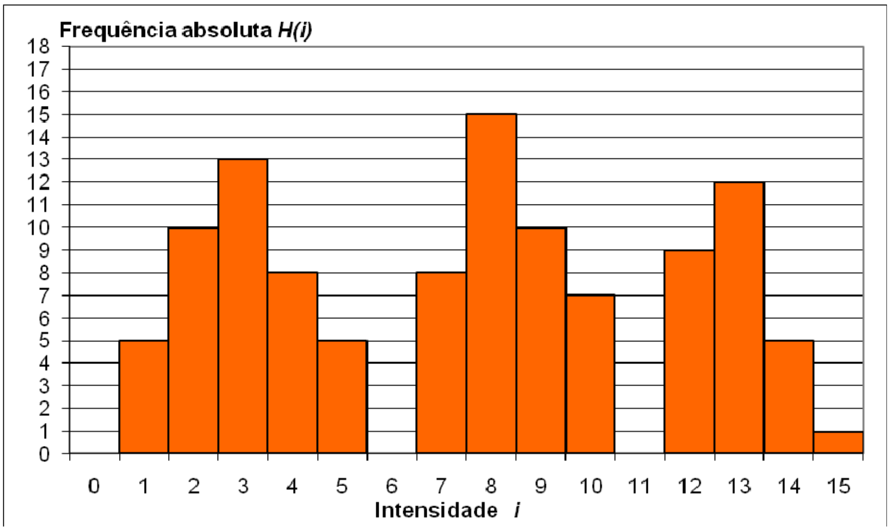
d) Com base nas imagens seguintes, indicar um filtro de convolução F bem como a operação subsequente *g*() para obter a imagen T_i a partir da imagem X_i respectiva: ou seja, indicar F e *g()* tal que se tenha: $\mathrm{T}_i = g(\mathrm{X}_i * \mathrm{F}),\ i = 1,2$ onde o operador "*" é a "convolução", ou operação de filtragem, também indicada por Filt2(F,X_i). Por outras palavras, pretende-se obter todos os pixels que sejam pontos terminais de um esqueleto (mesmo se em fase de construção). A imagem (X_2) representa um esqueleto em fase final e T_2 os seus pixels terminais, e X_1 representa um esqueleto em fase de construção e T_1 os seus pixels terminais nessa fase.



X_1 T_1 X_2 T_2

3. Considerar a análise de uma imagem a partir do seu histograma.

a) Num processo de binarização, se o histograma de uma imagem for trimodal, que metodologia de binarização seria a mais indicada? Justificar.



b) Sabendo que a imagem associada ao histograma tem um formato 2:3, calcular as suas dimensões em pixels.

c) Calcular a intensidade média da imagem associada ao histograma representado.

d) Se se mudarem os pixels de intensidade 1 para a intensidade 2, e os das intensidades 15 e 14 para a intensidade 13, ao fazer-se uma expansão do contraste no histograma resultante, calcular quantos pixels da intensidade 9 passa a haver na nova imagem?

e) Calcular e comparar de forma crítica os coeficientes de uniformidades (U) do histograma original (ilustrado) com o do histograma depois da expansão do constraste da alínea anterior.

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

Breve formulário

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

Momentos de imagens:

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y)$$

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \;,\; \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}},\; m_{01} = \sum_x \sum_y y \cdot f(x,y),$$

$$m_{10} = \sum_x \sum_y x \cdot f(x,y)$$

Expressões para operar/analisar histogramas:

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

normalizado, i.e., $0 \le h(i) < 1, \forall i \in \{0,1,2,...,L-1\}$

Expansão de contraste:

$$g(x,y) = (L-1)\frac{f(x,y) - \min[f(x,y)]}{\max[f(x,y)] - \min[f(x,y)]}$$

Coeficiente de uniformidade de histograma:

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} h^2(i)$$

Morfologia:

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

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

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

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

$$C = A \ominus B = \{c \in \mathbb{Z}^2 : c+b \in A, \textit{para todos } b \in B\} =$$

$$= \{c \in \mathbb{Z}^2 : B_c \subseteq A\} = \bigcap_{h \in B} A_{-h}$$

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

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

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