



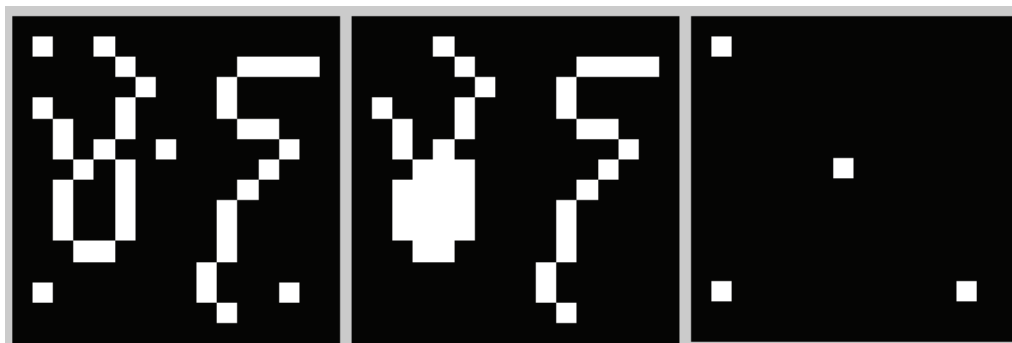
# Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época de Recurso

8 de Julho de 2009

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica  
Mestrado em Engenharia de Automação Industrial

## 1. Sejam as seguintes imagens binárias de 16x16 pixels.



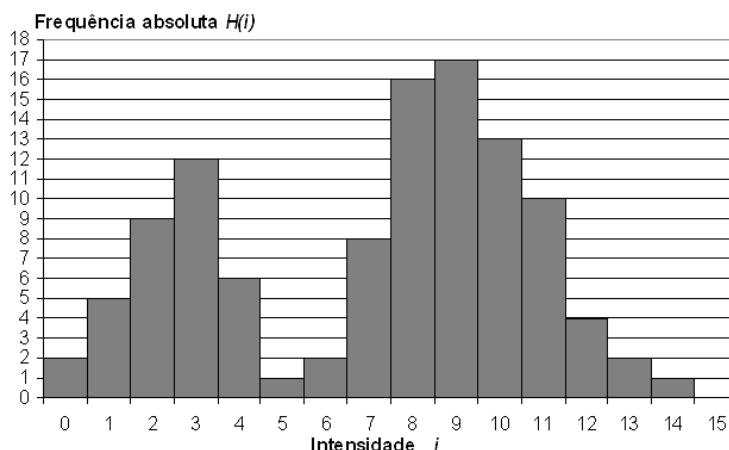
A

B

C

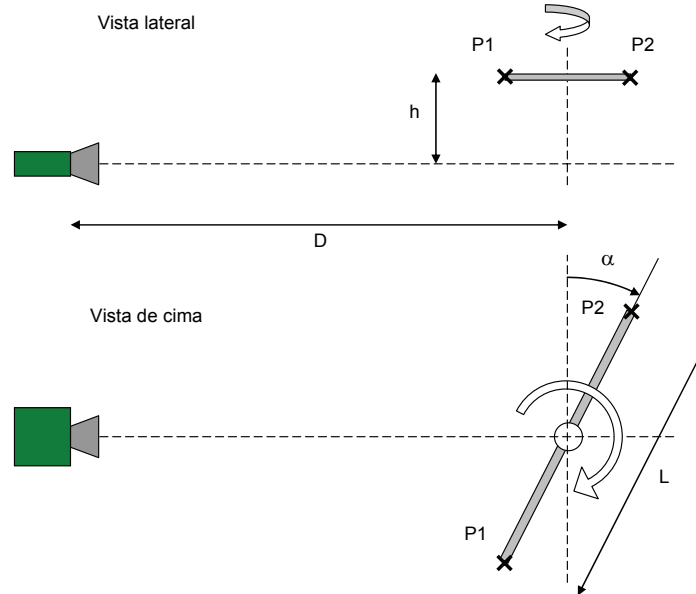
- A imagem A representa um esqueleto. Indicar um filtro de convolução de 3x3 que permita detectar apenas os pontos terminais do esqueleto. Mostrar a sua utilização, aplicando-o a um ponto terminal e a um ponto não terminal do esqueleto.
- Indicar e descrever uma metodologia baseada em operações morfológicas para poder obter os mesmos resultados que na alínea anterior para a imagem A.
- Descrever uma metodologia com operadores concretos (sem usar o *fill(..., 'holes', ...)* do Matlab) para poder obter a imagem B a partir da imagem A. Devem enumerar-se todas as operações e os seus parâmetros ou argumentos.
- Sabendo que a transformada de Hough de uma imagem binária num espaço de parâmetros para linhas rectas  $(\rho, \theta)$  são sinusóides nesse espaço  $(\rho = k_i \sin(\theta + \varphi_i) \quad i = 1, 2, \dots, N)$ , teoricamente (i.e., sem limites de resolução), indicar quantas sinusóides distintas tem a transformada de Hough da imagem C e esboçar num gráfico  $(\rho, \theta)$  os diversos pontos de intersecção dessas sinusóides, apontando também o seu significado.

## 2. Seja uma imagem a 16 níveis de cinzento com o histograma absoluto $H(i)$ indicado.



- Admitindo que a imagem tem uma relação de 4x3 (largura X altura), indicar, justificando, as suas dimensões.
- Considere o algoritmo de isodatos (*isodata*) para a binarização de imagem. Definindo como o valor inicial para esse algoritmo iterativo ( $T_0$ ) a intensidade média ponderada dos *pixels* da imagem, calcular, com a indicação do cálculo, o valor da iteração seguinte do algoritmo ( $T_1$ ).
- Obter um indicador formal da simetria do histograma (momento de terceira ordem) e comentar o seu valor face ao desvio que apresenta em relação ao valor central.
- Numa operação de redefinição de limites de intensidades, definiu-se que grupos de 3 ou menos pixels (grupos 0, 5 e 14 na imagem) passariam a ter a intensidade do grupo mais próximo (no sentido da média). De seguida, nessas novas condições, faz-se a expansão do contraste (*contrast stretching*) para a gama dos 16 níveis. Que novo valor passará a um pixel que na imagem original tinha intensidade 9? Indicar as operações para o cálculo.

3. Seja uma câmara ideal com distância focal  $f$ , um *dot pitch*  $d$  e uma resolução de  $W \times H$  pixels. No campo visual da câmara, uma barra de comprimento  $L$  gira sobre o seu eixo a uma altura  $h$  do eixo óptico como ilustrado. A secção da barra é de dimensões desprezáveis para este problema. São definidos dois pontos P1 e P2 nas extremidades da barra. O eixo de rotação da barra está a uma distância  $D$  do plano focal da câmara. O centro óptico do CCD é o seu centro geométrico ( $W/2, H/2$ ). O ângulo  $\alpha$  pode variar entre  $+90^\circ$  e  $-90^\circ$ .



- a) Com base nos dados genéricos indicados ( $W, H, f, d, D, h, \alpha$ ), e formalizando as expressões usando a matriz intrínseca da câmara, obter as coordenadas das imagens de P1 e P2 em pixels, ou seja, obter as expressões genéricas para  $p^1_{pix} = [x_{pix1} \ y_{pix1}]^T$  e  $p^2_{pix} = [x_{pix2} \ y_{pix2}]^T$ . *Sugestão:* para ajudar a verificar a expressão pode-se testá-la em casos particulares com  $h=0$  e  $\alpha=0$ , por exemplo.
- b) Se, por outro lado, na imagem da barra se souber que o seu comprimento é de  $X$  pixels, qual será a expressão para calcular o valor do ângulo  $\alpha$  em função de  $X$  e dos restantes parâmetros.

**Cotação:** Questão 1 – 8 Valores. Questão 2 – 8 Valores. Questão 3– 4 Valores.

### Breve formulário

Momentos de imagens:

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

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

Expressões para operar/analizar histogramas:

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

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

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

$$\text{Equação polar da recta: } x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$$

$$\text{Relações trigonométricas: } \sin(a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b, \quad \cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$$