



Universidade de Aveiro
Departamento de
Engenharia Mecânica

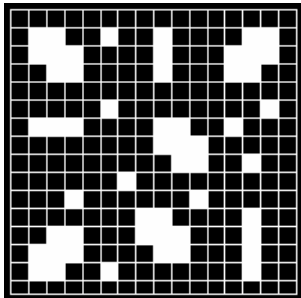
Sistemas de Visão e Percepção Industrial

Exame de Época Normal

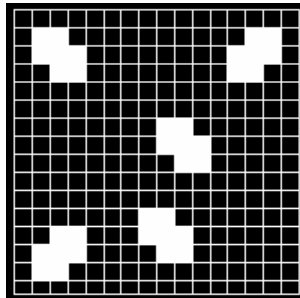
23 de Junho de 2008

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica
Mestrado em Engenharia de Automação Industrial

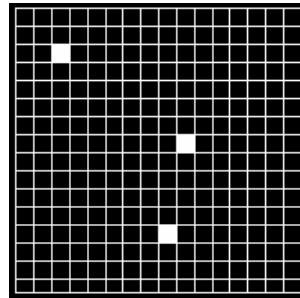
- 1- Sejam as seguintes imagens binárias de 16X16 pixels onde os pontos de objecto são brancos (valor 1). Nas questões, as letras A, B, C e D referem-se às respectivas imagens.



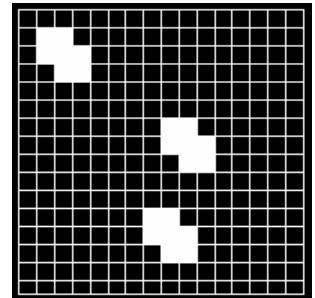
A



B

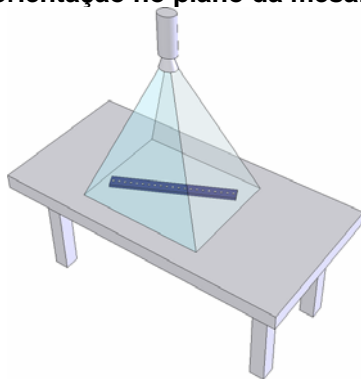


C



D

- Determinar um filtro 3x3 através do qual se possa obter a imagem B a partir da imagem A, e indicar de forma resumida as operações necessárias para levar a cabo o procedimento.
 - Determinar os elementos estruturantes da operação morfológica *Hit-and-miss* para obter a imagem C a partir da imagem B, ou seja, indicar $S=(S_1, S_2)$ em $C = B \otimes S$.
 - Para obter D a partir de C usou-se a seguinte expressão $D = C \oplus S$ (dilatação). Determinar e representar S.
 - Qual seria o resultado X da operação $X = TopHat(A, S) = A - (A \circ S)$ onde $S=ones(3,3)$? O operador representado é a “abertura” morfológica.
 - Se a partir da imagem C se quisesse criar uma imagem com 3 linhas horizontais de um pixel em toda a largura da imagem, qual seria a operação morfológica e o menor elemento estruturante possível que se poderia usar?
- 2- Uma régua de comprimento indefinido, mas com furos de centímetro em centímetro, está pousada horizontalmente sobre uma mesa e é inteiramente visível através de uma câmara com as seguintes características: distância focal de 8 mm, *dot-pitch* do CCD de 80 pixels/mm e dimensão de imagem de 640X480 pixels. A câmara está colocada verticalmente sobre a mesa e com o plano focal paralelo ao tampo. A espessura da régua é desprezável e pode ter qualquer orientação no plano da mesa. A imagem na câmara (A) tem 256 níveis de cinzento.



Sistema físico

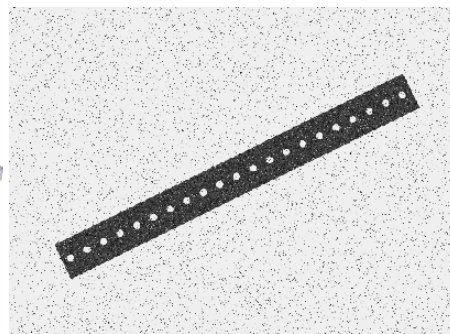


Imagem A (8 bits)

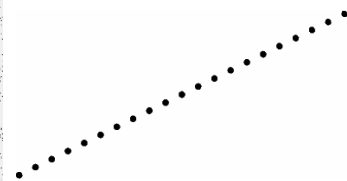
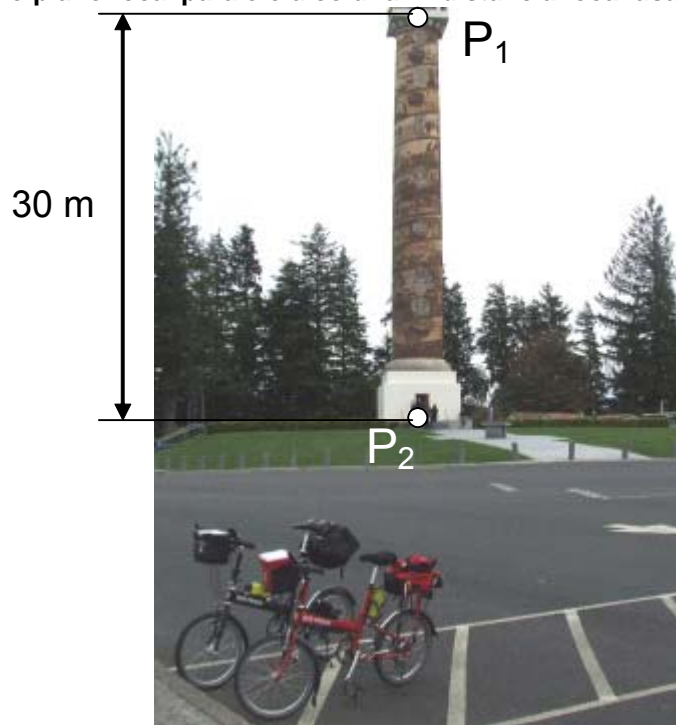


Imagem B (binária)

- Indicar e explicar que operações se deveriam aplicar genericamente sobre a imagem A para obter a imagem B.
- A partir da imagem B, indicar um procedimento para contar o número de furos, mas sem invocar funções de alto nível como o “bwlabel” ou similar do MatLab ou outros. Ou seja, deve apenas usar-se procedimentos básicos de morfologia e manipulação de pixels de imagem.
- Indicar um procedimento algorítmico para obter as coordenadas dos centros de massa dos furos dos extremos da régua. Pode complementar-se a resolução com instruções Matlab, se necessário.
- Sabendo que as coordenadas, em pixels, se medem a partir do canto superior esquerdo da imagem, se as coordenadas encontradas para os furos nos extremos da régua tiverem os seguintes valores em pixels P1(86,368) e P2(558,128), determinar a que altura da mesa está o plano focal da câmara.

- 3- A coluna Astoria nos EUA tem cerca de 30 metros de altura entre os pontos assinalados na imagem como P1 e P2. A imagem tem dimensões 1596x2160 possuindo um *dot-pitch* de 216 pixels/mm. A fotografia foi tirada com a câmara colocada com o seu eixo óptico paralelo ao plano do pavimento e com o plano focal paralelo à coluna. A distância focal usada foi de 24 mm.



- Se as coordenadas em pixels de P1 e P2 forem P1(792,60) e P2(792, 1236), com o pixel (1,1) correspondendo ao canto superior esquerdo da imagem, determinar as coordenadas físicas (em milímetros) dos respectivos pontos no CCD da câmara admitindo que o centro geométrico do CCD é usado para origem do seu sistema de coordenadas (0,0).
 - Com base nos dados, determinar a que distância da coluna foi tirada a fotografia.
 - A que distância do solo estava a câmara na altura da fotografia?
 - Descrever um procedimento (com o detalhe necessário a uma implementação, por exemplo, em Matlab do qual se podem usar as funções) que permita contar a área em pixels do espaço verde da relva em torno da coluna. Sugestão: admitir que a saturação do verde da relva é superior ao de qualquer outra região e é maior de 75%.
- 4- Seja uma imagem binária em que os pixels brancos têm coordenadas genéricas (x_i, y_i) . Considere-se um caso particular de uma imagem com apenas dois pixels $P_1=(x_1, y_1)$ e $P_2=(x_2, y_2)$.
- Demonstrar que a transformada de Hough dessa imagem num espaço de parâmetros para linhas rectas (ρ, θ) são duas sinusóides nesse espaço, $\rho = k_i \sin(\theta + \varphi_i)$ $i = 1, 2$, e determinar as suas amplitudes k_i e fases φ_i em função das coordenadas de P_1 e P_2 .
 - Se $P_1=(5,10)$ e $P_2=(10, 5)$ determinar em que ponto do espaço (ρ, θ) se intersectam essas sinusóides.

Cotação:

Questão 1 – 6 Valores. Questão 2 – 5 Valores. Questão 3 – 5 Valores. Questão 4 – 4 Valores

Breve formulário

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

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

Relações trigonométricas: $\sin(a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b$, $\cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$