



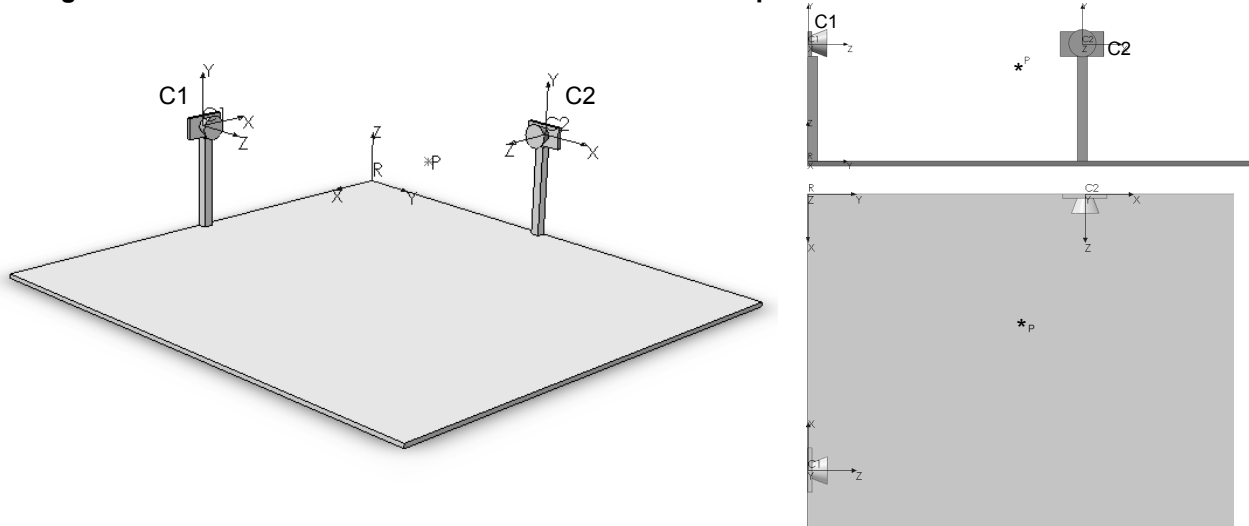
Universidade de Aveiro
Dep. de Engenharia Mecânica

Sistemas de Visão e Percepção Industrial

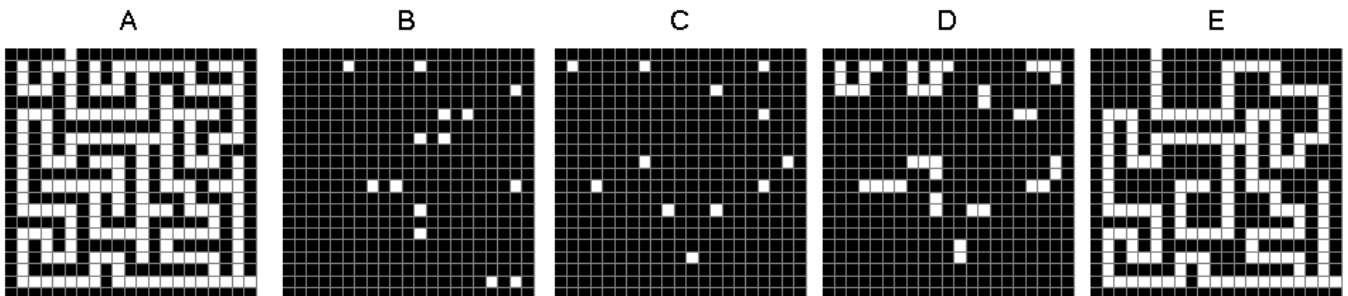
Exame de Época Normal - 19 de Junho de 2014

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

1. Seja uma cena num referencial R onde estão colocadas duas câmaras $C1$ e $C2$ iguais, com 1025×769 pixels, um *dot-pitch* de 100 pixels/mm e uma distância focal $f=4 \text{ mm}$. Os planos focais das câmaras são coincidentes respetivamente com o plano ZX e ZY do sistema R . Na cena está presente o ponto P de coordenadas desconhecidas em R . No referencial R , as câmaras têm as origens dos seus sistemas de coordenadas à altura H do plano XY e à distância L do eixo Z .

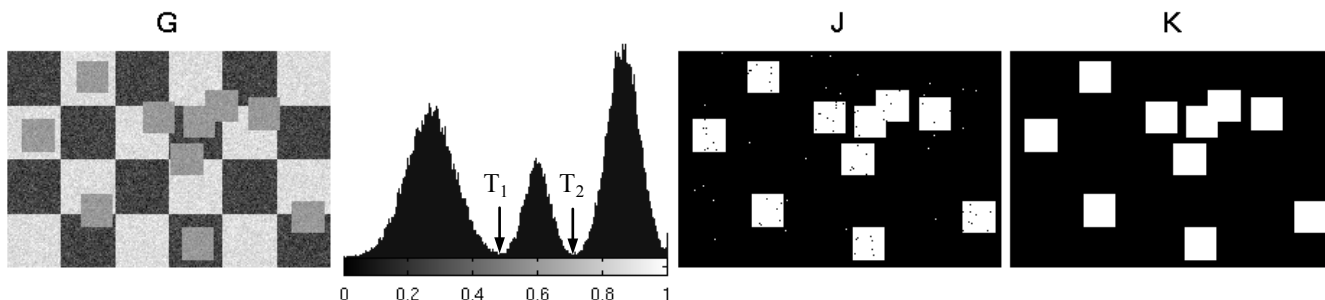


- Indicar o valor concreto da matriz intrínseca K das câmaras nas condições indicadas.
 - Em função de H e L , e por multiplicação adequada de rotações e translações, calcular as matrizes das transformações homogêneas ${}^R T_{C1}$ e ${}^R T_{C2}$ que descrevem os sistemas $C1$ e $C2$ vistos de R . **NB.** Para cada câmara são necessárias duas operações de rotações e duas de translação.
 - Se no referencial R o ponto P tiver as coordenadas homogêneas ${}^R P = [X_s \ Y_s \ Z_s \ 1]^T$, e sabendo que as suas coordenadas vistas da câmara $C1$ se obtêm por ${}^{C1} P = ({}^R T_{C1})^{-1} \times {}^R P$, para $L=300 \text{ mm}$ e $H=200 \text{ mm}$, obter as expressões genéricas (na forma matricial, mas com as matrizes transcritas com todos os seus elementos) para as coordenadas homogêneas das imagens de P nas duas câmaras, ou seja, $p_1 = [x_{\text{pix1}} \ y_{\text{pix1}} \ 1]^T$ e $p_2 = [x_{\text{pix2}} \ y_{\text{pix2}} \ 1]^T$ em função das matrizes e de ${}^R P$.
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 são as paredes do labirinto. Nas respostas às questões não podem ser usadas nenhumas funções da *Digital Image Processing Toolbox* do Matlab, devendo usar-se operações de conjuntos e a notação usada no formulário.

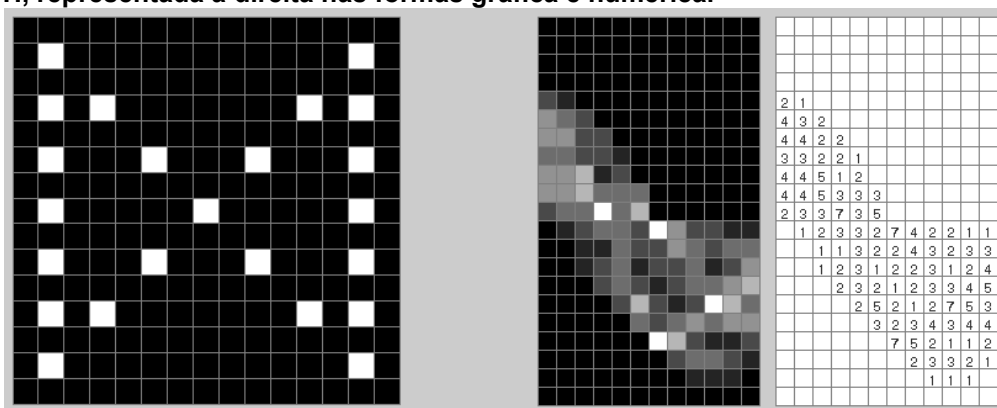


- Indicar um filtro de convolução F e uma função $g(x)$ que permita detetar todos os “entroncamentos” nos percursos em A , ou seja, indicar F e $g(x)$ de forma a obter-se o seguinte: $B = g(A * F)$.
- Usando operações morfológicas apropriadas (e respetivos elementos estruturantes), determinar os *pixels* 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”.
- 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 em seguida a imagem 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.

3. Seja um tabuleiro em xadrez onde são colocados objetos quadrados com um nível de cinzento que, em média, está entre os níveis de cinzento das divisões do tabuleiro, como ilustrado.



- a) Admitindo que se conhecem os valores de T_1 e T_2 no histograma representado, usando a função $B = \text{im2bw}(A, T)$ que binariza uma imagem A com o limiar T (similar à função do Matlab), indicar uma expressão que permita obter a imagem binarizada J em função de G , T_1 e T_2 .
- b) Usando a notação do formulário, indicar uma expressão com operações morfológicas para obter a imagem K a partir da imagem J . Justificar a ordem dos operadores usados. **NB.** A imagem J tem ruído que não é só de pontos isolados e na imagem K os quadrados estão perfeitamente reconstruídos sem deformação nos vértices!
4. Seja a seguinte imagem binária A de 15×15 pixels, da qual se calculou a transformada de Hough H , representada à direita nas formas gráfica e numérica.



- a) Sabendo que $\theta \in [-90^\circ, +90^\circ]$, e que ρ pode ser positivo, negativo ou nulo, indicar justificando quais são as resoluções em θ e ρ que foram usadas para o cálculo de H .
- b) Qual o valor do acumulador (ρ, θ) correspondente à reta que inclui os pontos que se encontram ao longo da diagonal que vai do pixel $(1,1)$ até ao pixel $(15,15)$ de A ? Confirmar o resultado para o pixel central de A usando a equação polar da reta.