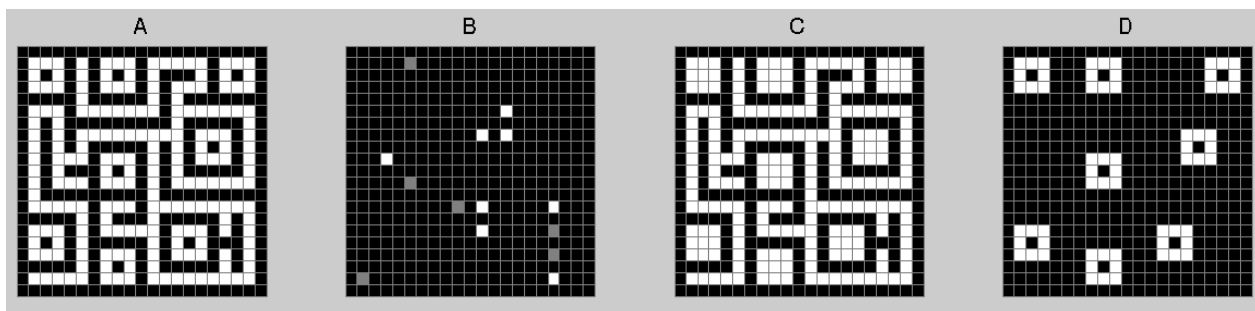




Parte 2

- Sejam as seguintes imagens com A a representar um labirinto onde 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 nenhuma funções de Matlab ou de outro *software*, devendo usar-se expressões matemáticas segundo a notação do formulário.



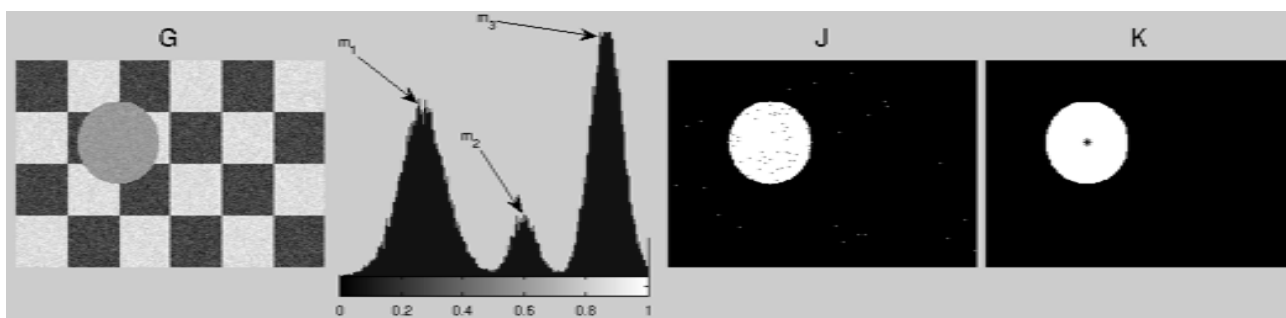
- Indicar um filtro de convolução F que permita detetar numa única passagem todos os “entroncamentos” e “pontos terminais” nos percursos em A. Indicar ainda uma função $g(x)$ que gere a imagem B com pixels a 3

níveis de cinzento: pretos, brancos e cinzentos a 50%, tal que
$$g(x) = \begin{cases} 1 & \Leftarrow x = \text{cruzamento} \\ 0.5 & \Leftarrow x = \text{terminal} \\ 0 & \Leftarrow \text{outros} \end{cases}, \text{ ou seja,}$$

indicar F e $g(x)$ de forma a obter-se $B = g(A * F)$, e especificar quais os valores do resultado do filtro que correspondem a “cruzamento” e a “terminal”. **N.B.** Para efeitos de operação do filtro, os pontos de acesso do labirinto também são considerados “terminais”.

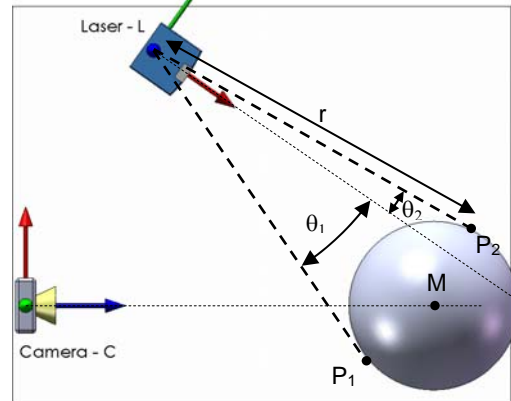
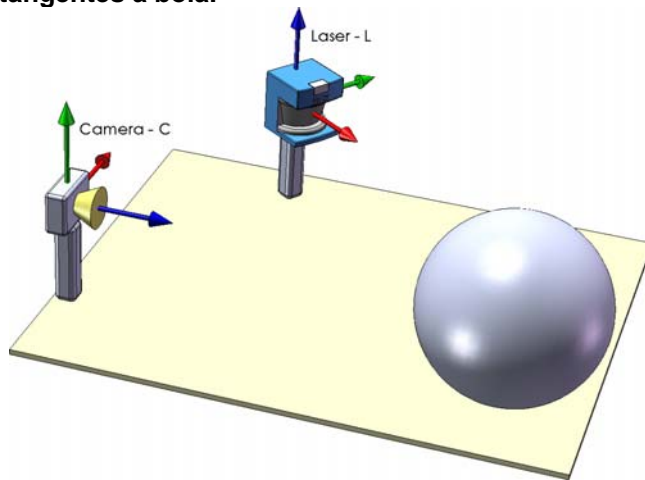
- Sem recorrer a uma operação automática de preenchimento de buracos, do género de “fill-holes” que, de qualquer forma, não funcionaria, indicar uma sequência de operações para preencher os buracos das “ilhas” do labirinto, ou seja, obter a imagem C.
- Com base nas imagens anteriores, e eventualmente outras, indicar uma sequência de operações que permitam obter as partes da imagem correspondente às “ilhas”, ou seja, a imagem D.

- Seja um tabuleiro em xadrez onde está colocado um objeto circular com um nível de cinzento que, em média, está entre os níveis de cinzento das divisões do tabuleiro, como ilustrado, e onde existe algum ruído. Pretende-se determinar o centro desse objeto para posterior manipulação robótica.



- Admitindo que se dispõe de uma função que calcula modas de histogramas $[Mode(G)]$, e de uma função que binariza imagens $[Bin(G, T)]$ com um dado limiar passado como argumento, indicar uma sequência de operações para binarizar a imagem G de forma a obter J. Ou seja, indicar uma sequência de expressões para obter J em função de G, sabendo que: $[m] = Mode(G)$ retorna m que tem três valores (m_1, m_2, m_3) que são os níveis de cinzento onde ocorrem as modas, e $X = Bin(G, T)$ retorna uma imagem binarizada X tendo T como o limiar de decisão: se $G(p) \geq T \Rightarrow X(p) = 1$; se $G(p) < T \Rightarrow X(p) = 0$, para qualquer pixel $p \in G$.
- Indicar um procedimento para, a partir da imagem J, obter a imagem K e calcular as coordenadas do centro do objeto maior (disco). **NB.** As operações podem ser morfológicas, de filtragem, operações de conjuntos, e outras similares. Não devem ser usadas operações com nomenclatura de Matlab ou outros *softwares*!

3. Seja uma cena com um sistema de medição de distâncias por laser e uma câmara. A matriz intrínseca K da câmara é conhecida. Na cena está presente uma bola de raio R sobre o plano do chão. Admitir que na câmara é possível identificar sem ambiguidade os pixels da bola, e no laser também se determinam as medidas de distância aos pontos visíveis da bola. Os sensores têm os respectivos planos ZO_X (câmara) e XOY (laser) paralelos ao plano do chão. O sistema de coordenadas Z aponta na vertical. NB: As linhas que unem P_1 e P_2 ao centro do laser são tangentes à bola.



Dados do problema: $R=50$ cm, $\theta_1=25^\circ$, $\theta_2=5^\circ$,
 $x_{pixA}=500$, $x_{pixB}=900$, $y_{pixA}=y_{pixB}=600$

$$K = \begin{bmatrix} 1000 & 0 & 800 \\ 0 & 1000 & 600 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

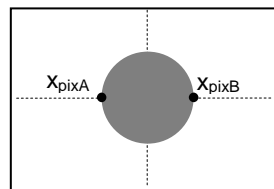


Imagem na câmara

- Sabendo que os sensores estão ambos à altura R do solo e que as medições obtidas no laser são como indicado na figura (r , θ_1 , θ_2), demonstrar que $r \approx 187$ cm, e em seguida determinar as coordenadas dos pontos P_1 , P_2 e M (centro da bola) no sistema de coordenadas do laser. Ou seja obter, ${}^L P_1$, ${}^L P_2$ e ${}^L M$ em função de (R , θ_1 , θ_2).
- Admitindo que o eixo óptico da câmara passa pelo centro da bola (ponto M), em função de K , R e dos valores de x_{pixA} e x_{pixB} , determinar as coordenadas do centro da bola no referencial da câmara. Ou seja, determinar ${}^C M$ em função de (K , R , x_{pixA} , x_{pixB}).
- Com base nos dados e indicações do problema e dos valores calculados anteriormente, indicar uma expressão para a matriz de transformação geométrica da posição da câmara em relação ao referencial do laser, ou seja, ${}^L T_C$. **N.B.:** Só com os elementos indicados há mais do que uma possibilidade para ${}^L T_C$, mas pode-se restringir o problema introduzindo um parâmetro adicional; por exemplo, sugere-se o uso da orientação da câmara em torno da bola que se poderia medir se a bola tivesse textura ou diferentes cores que permitam determinar essa orientação.

Cotação: Parte 1 – Escolha múltipla (folha separada): 6 Valores.

Parte 2 – Questão 1 – 5 Valores.

Questão 2 – 4 Valores.

Questão 3 – 5 Valores