

3.

Num sistema automático para montagem de condutores eléctricos, os fios a montar são colocados aleatoriamente sobre um tabuleiro, embora de modo a que não ocorram demasiadas sobreposições dos fios. Para correcta operação, um manipulador necessita que lhe sejam fornecidas as coordenadas da extremidade de um fio e respectiva orientação (x_E, y_E, α_E), bem como idênticos parâmetros para a zona de preensão (x_P, y_P, α_P), a qual deve distar cerca de 1 cm da extremidade, como se ilustra esquematicamente na figura 1.

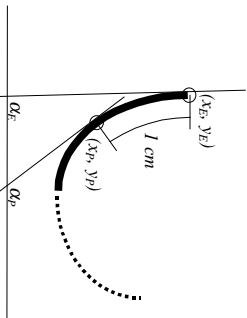


Figura 1

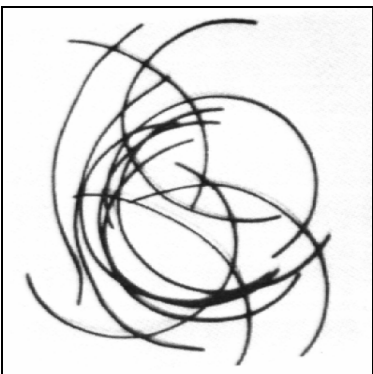


Figura 2

A determinação dos referidos parâmetros deve ser efectuada a partir da análise de imagens do tabuleiro com os fios, captadas por uma câmara, tal como a que se mostra na figura 2 (256 tons de cinzento).

- Escolha um método apropriado para iluminar a cena, e indique claramente como se poderia proceder para efectuar a binarização automática da imagem.
- Após binarização, pretende-se "adelgaçar" os fios por forma a ficarem reduzidos a 1 pixel de espessura; descreva um algoritmo capaz de realizar essa operação.
- Explique como poderia detectar uma extremidade de um fio (após adelgaçamento) bem como o ponto do fio dela afastado de 1 cm, produzindo as coordenadas (em milímetros) desses pontos [(x_E, y_E) e (x_P, y_P)] relativamente a uma origem situada no canto superior esquerdo da imagem. [Nota: admita que a câmara foi calibrada de modo a que cada pixel represente, no tabuleiro, uma área de 0,5 mm x 0,5 mm].
- Conceba e descreva um método para determinar os ângulos de orientação do fio nos pontos detectados na alínea anterior (α_E e α_P).

3.

Uma máquina para gradação de pepinos está esquematicamente representada na figura 1. As diversas categorias de pepinos são definidas com base no seu tamanho, comprimento, e grau de encurvamento.

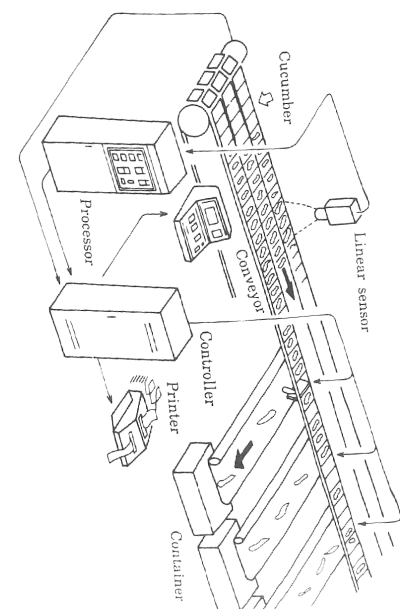


Figura 1



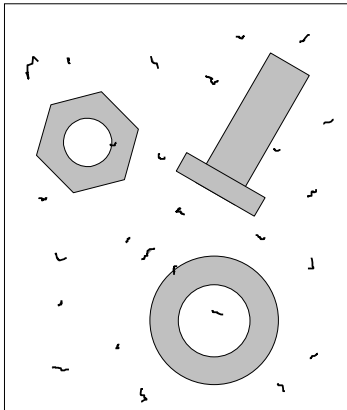
Figura 2

O processador de imagem da máquina opera sobre sucessivas imagens com conteúdo (8 bits/pixel) semelhante ao que se mostra na figura 2, correspondendo a três células do transportador.

- Seleccione um método que lhe pareça apropriado para efectuar a iluminação da cena, e indique claramente como procederia para segmentar as imagens nas duas modalidades seguintes: i) imagem binária (1 – pepino; 0 – fundo); ii) imagem de contornos (1 – bordo dos pepinos; 0 – interior dos pepinos e fundo).
- Admitindo que os pepinos são colocados no transportador com uma orientação aproximadamente constante (como na figura 2), e tomando em atenção que a aplicação exige rapidez de análise, conceba uma metodologia completa para a operação do processador de imagem, esclarecendo as suas próprias definições e técnica de medição de cada um dos três parâmetros
 - tamanho,
 - comprimento,
 - grau de encurvamento.
- Se não se puder garantir a orientação dos pepinos no transportador, indique, agora de forma mais abreviada, métodos alternativos para extração dos três parâmetros.
- Admitindo que, nas condições da alínea anterior, o processador (um microcomputador convencional) gasta 2,1 s para analisar cada imagem, e que a aplicação exige que esse tempo seja reduzido para 1 s, discuta as possibilidades práticas de cumprir os requisitos temporais por meio da paralelização do sistema.

3.

Considere que, numa aplicação industrial, se captam imagens de um tabuleiro que contém um certo número de parafusos, porcas e anilhas. O objetivo final do processamento e análise das imagens é a determinação das coordenadas-imagem dos centróides de cada uma dessas peças, com a respectiva classificação (*por exemplo, produzindo [70,35,porca], [320,200,parafuso], [100,460,porca], [480,50,anilha]*). A figura seguinte mostra esquematicamente o tipo de imagens que se obtêm, podendo-se observar que no tabuleiro existe também alguma limalha de ferro.



a. Diga como procederia se tivesse que instalar o sistema de aquisição de imagens, clarificando as suas opções quanto a iluminação, tipo de sensor e geometria do conjunto.

b. Admitindo que a binarização das imagens captadas se pode obter por simples *thresholding*, indique um método que permita “limpar” os fragmentos de limalha da imagem binarizada, de modo a que a imagem processada revele apenas as peças a analisar.

c. Explique claramente a sequência de operações (bem como cada operação) que utilizaria para cumprir o objetivo final acima enunciado.

d. Se se pretendesse analisar peças dos tipos antes mencionados, mas podendo ocorrer em diversos tamanhos (diâmetro do parafuso, diâmetros interiores das porcas e das anilhas), explique de que modo complementaria o processo que apresentou em c).

3.

Numa imagem de bandas de *electroforese* pretende-se localizar as diferentes bandas e usar essa informação para medir as distâncias entre bandas consecutivas. As imagens captadas são do tipo que se mostra na figura 1.

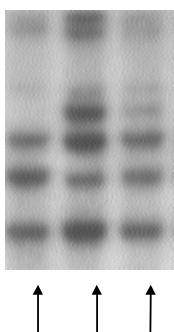


Figura 1

a. O primeiro objetivo é o de determinar, de forma automática, a posição central das tiras de bandas de *electroforese*, tal como as setas da figura 1 assinalam. Indique um método que lhe pareça apropriado para atingir esse objetivo.

Nota: Sabe-se que, nas condições de preparação das tiras e de aquisição das imagens, as tiras são muito aproximadamente horizontais e que os centros de tiras contíguas distam aproximadamente 40 pixels na direcção vertical.

b. Admitindo que foi atingido com sucesso o objetivo anterior, pretende-se conseguir, para cada tira, determinar o perfil invertido de intensidade que lhe corresponde, tal como se mostra na figura 2, para as três tiras presentes na imagem. Indique um método capaz de cumprir este objetivo.

Nota: Dada a presença de ruído, o perfil da linha central de cada tira pode não representar correctamente, só por si, o perfil das bandas da tira.

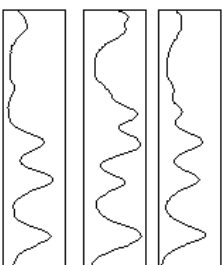


Figura 2

c. Explique como poderia determinar a posição das bandas em cada tira, usando um método de segmentação apropriado. O resultado a atingir numa imagem binária do tipo da representada na figura 3.

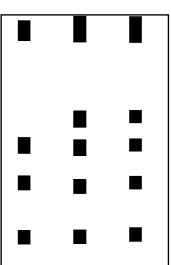


Figura 3

d. Indique um método para determinar a distância, em número de pixels, entre as sucessivas bandas de cada tira.

3.

Numa empresa de refrigerantes, pretende-se inspecionar as garrafas produzidas, após os processos de enchimento e de colocação das cápsulas. O sistema realizado capta imagens laterais das garrafas, garantindo que em cada imagem apenas uma garrafa é visível. As imagens obtidas (160×320×8 bits) são como se mostra na figura 1.

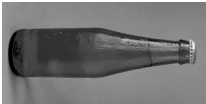


Figura 1

- O primeiro objetivo é o de segmentar, de forma automática, a imagem captada, de modo a ser possível detectar o contorno exterior da garrafa e o nível atingido pelo líquido (eventualmente também poderão ser detectadas outras estruturas indesejáveis, como por exemplo o dentilhado das cápsulas). Indique um método que lhe pareça apropriado para atingir esse objetivo.
- Admitindo que foi atingido com sucesso o objetivo anterior, obtendo-se uma imagem como a da figura 2, pretende-se extrair o contorno exterior da garrafa, eliminando outras estruturas presentes na imagem. Explique sucintamente um algoritmo apropriado a esse objetivo.

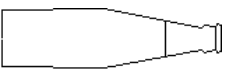


Figura 2

- Com base no contorno exterior obtido, pretende-se identificar o tipo de garrafa, sabendo-se que há três tipos distintos (A, B e C), como se mostra esquematicamente na figura 3. Conceba um método que permita efectuar essa classificação.

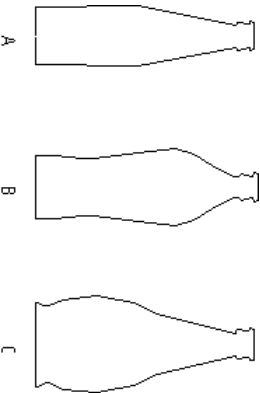


Figura 3

- Indique um método que lhe pareça apropriado para determinar a quantidade de líquido no interior da garrafa.

Sugestão: a fracção entre a altura da coluna de líquido e a altura total da garrafa é um bom indicador dessa quantidade.

3.

Pretende-se conceber um sistema de inspeção para a produção de automóveis. As chaves são colocadas sobre uma superfície plana, captando-se imagens com uma câmara colocada sobre essa superfície. Após tratamento, as imagens obtidas são do tipo da que se mostra na figura 1.



Figura 1

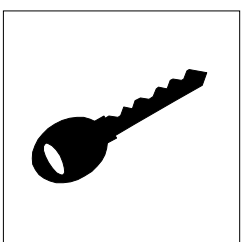
- Como pode observar, a imagem da figura 1 é binária. Conceba e descreva sinteticamente um sistema de aquisição e tratamento que permita obter imagens como a representada com um mínimo de esforço de processamento.
- Explique de que modo poderia obter imagens como as representadas na figura 2 (i, ii, e iii) a partir de imagens como a da figura 1 (isto é, retendo apenas a silhueta da chave completa). *N.B.: admita que as imagens são sempre obtidas nas mesmas condições, de modo que não se deve alterar a escala.*



i)



ii)



iii)

Figura 2

- Pode observar que a orientação das chaves não é sempre a mesma. Conceba e explique um método (indique claramente a sequência de passos a realizar) que, a partir de imagens de chaves como a da fig.2i) e a da fig.2ii) permita obter imagens com as chaves orientadas do mesmo modo que na fig.2i) – o lado rectilíneo da chave colocado horizontalmente e acima do serrilhado. *N.B.: a rotação pode não ser suficiente, como no caso da fig.2iii).*

- O primeiro objetivo da inspeção automática é o de verificar a integridade das chaves. Para isso, é necessário garantir as seguintes condições (com referência à figura 3):
 - o lado rectilíneo (A) deve ter um comprimento situado entre 290 e 310 pixels;
 - a ponta da chave (zona D) deve formar um ângulo de valor entre 70° e 80°;
 - a profundidade do serrilhado (E) deve situar-se entre 25% e 30% da largura (C);
 - a largura do cabo (B) deve ser, pelo menos, 1,2 vezes a largura (C).

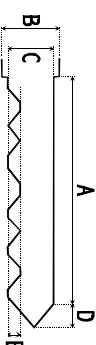


Figura 3

Indique de que forma se podem testar os critérios anteriores (apenas os dois primeiros, no caso de se tratar de prova para melhoria de classificação).

- (apenas no caso de se tratar de prova para melhoria de classificação) Conceba e descreva um método que permita identificar cada chave, isto é, reconhecer o seu código face a um conjunto armazenado numa base de dados.