

TP 1A SRI - Traitement des images

Logiciel APHELION

1 Calcul du taux de porosité d'une brique

L'image `brique.tif` acquise avec une caméra couleur représente la coupe micrographique d'un échantillon de brique dont les porosités sont imprégnées avec une résine colorée. On désire mesurer le taux de porosité puis caractériser individuellement chaque porosité.

1. Taille mémoire
 - (a) Quel est le nombre de pixels ?
 - (b) Quelle est le nombre de canaux ? Quel est le nombre de bits par pixel ?
 - (c) Quelle est sa taille mémoire en bits ? en octets ?
2. Visualisation des images des canaux rouge, vert et bleu.
 - (a) Extraire chacun de trois canaux de l'image couleur [Traitement] [Images] [Utilitaires] [Extract Band]
 - (b) Quelle image extraite correspond au canal rouge ? Observer `brique.tif` et déduire.
 - (c) Quel canal choisir pour analyser les porosités ?
3. Segmentation des porosités par seuillage de l'image choisie en 2c .
 - (a) Proposer une valeur de seuil basée sur l'observation de l'image choisie en 2c.
 - (b) Seuiller l'image choisie en 2c [T] [Images] [Segmentation] [Threshold]
 - (c) Pour améliorer le résultat obtenu en 3b on applique une fermeture sur 3b, puis une ouverture sur le résultat de la fermeture. Rappel des concepts.
 - (d) Quel est l'effet de la fermeture sur l'image ? [T] [Images] [Morphologie] [Ouverture/Fermeture] [Close]
 - (e) Quel est l'effet de l'ouverture sur l'image ? [T] [Images] [Morphologie] [Ouverture/Fermeture] [Open]
4. Analyse des porosités I
 - (a) Quel est le taux de porosité de cet échantillon de brique ? Le calculer à partir de l'aire totale, en pixels, des porosités.
 - (b) On souhaite effectuer une analyse de la surface et de la circularité moyenne des porosités. On applique d'abord la fonction [T] [Images] [Morphologie] [Geodesie] [BorderKill], pourquoi ? Que fait cette fonction ?
 - (c) Compter le nombre de porosités entières présentes dans l'échantillon [T] [Images] [Mesure] [ObjectCount]
5. Analyse des porosité II (module d'extraction d'objets)
 - (a) Labelliser les porosités extraites en utilisant le module d'extraction d'objet 🍌.
 - (b) Afficher l'`objectset` extrait sur l'image initiale.
 - (c) On effectue alors une analyse granulométrique des porosités. Convertir les porosités labellisées en objets (🍌+🍌). Quelle est la surface moyenne des porosités ? Leur circularité moyenne ? Déterminer la circularité de la plus grosse porosité. [Traitement] [Object Set] [Measures] [Moments]
 - (d) Filtrer les grosses porosités *i.e.* ayant une taille supérieure à la moyenne et afficher sur l'image initiale. [T] [Object Set] [Filtrage] [Filtrer]

2 Tri morphologique de lettres

1. Quel est le nombre de mots contenus dans l'image `message.tif` ?
2. Quel est le nombre de lettres fermées, *i.e.* P,R,O,Q ou D, contenues dans le message ?
 - (a) Proposer une solution.
 - (b) Utiliser `[T][Images][Morphologie][Géodésie][Reconstruct]`. Que fait cette fonction ?
3. Quel est le nombre de lettres ouvertes ?
 - (a) Exploiter ici les opérateurs logiques : `[T][Images][Logique][...]`.

3 Analyse du contenu d'une boîte de Pétri

L'image `petri2.tif` acquise au microscope optique illustre le contenu d'une boîte de Pétri. On distingue deux classes de constituants que l'on souhaite compter. Chaque classe est caractérisée par des particules de tailles différentes.

1. L'observation de cette image révèle des variations de luminosité de fond. Réaliser une correction de fond pour obtenir un fond plus uniforme. On exploitera ici une ouverture (à niveaux de gris) de grande taille que l'on justifiera.
2. Rappeler le principe d'un réhaussement de contraste et ses intérêts. Après un réhaussement de contraste, segmenter les particules de la boîte par seuillage.
3. Déterminer le nombre de grosses puis petites particules.

4 Contrôle conformité sur circuit imprimé

Cette application vise à détecter automatiquement des défauts sur une ligne de production de circuits imprimés par comparaison des images `circuit_conforme.tif` et `circuit_défectueux.tif`. Pour chaque question, il est demandé de décrire l'enchaînement de fonctions image avec leurs paramètres associées (seuils, taille des éléments structurants, connexité, etc.).

1. Améliorer si nécessaire la dynamique des deux images.
2. Proposer une démarche de détection des défauts basée sur la comparaison des deux images.
3. Proposer une démarche pour identifier si les défauts détectés sont des lignes ou des points de soudure. Appliquer puis déterminer la localisation des défauts détectés. Visualiser sur l'image initiale.
4. Segmenter les lignes de soudure et déterminer leur longueur totale.

5 Contrôle de conformité de cathodes par apprentissage

On désire effectuer une série de contrôle qualité sur une ligne de production de cathodes pour écrans plats par comparaison des images `cathode1.tif` et `cathode2.tif` dite de référence et de test. Le système d'inspection optique doit rejeter les cathodes ne répondant pas aux exigences du cahier des charges ci-après. Pour cet exercice, on privilégie une connexité 4 dont on rappellera le principe et le but. Les deux images `cathode1.tif` et `cathode2.tif` sont acquises dans les mêmes conditions. La taille réelle des images est de $10\text{mm} \times 6.5\text{mm}$.

1. Toute cathode dont la luminosité est inférieure de 5% (ou plus) à celle de la cathode référence doit être rejetée.
 - (a) Déterminer la luminosité moyenne de la cathode $n^{\circ}1$ (référence).
 - (b) La cathode $n^{\circ}2$ présente des dépôts de poussière ou de produits gras qui viennent altérer sa luminosité. Quelle décision le système doit-il prendre concernant la cathode $n^{\circ}2$?
2. Une cathode est acceptée si l'ensemble des barrettes est exempt de défaut. Une cathode conforme comporte 40 barrettes de longueur 0.8 mm (à 10% près).
 - (a) Effectuer une ouverture à niveaux de gris sur l'image `cathode2.tif` ? L'image elle plus facile à seuiller ? Expliquer.
 - (b) Détecter les barrettes blanches horizontales de la cathode $n^{\circ}2$. Calibrer l'image (calculer la largeur des pixels en mm, puis leur hauteur en mm) puis déterminer la surface réelle des barrettes.
 - (c) Combien de barrettes sont défectueuses pour la cathode $n^{\circ}2$? Quelle décision le système doit-il prendre concernant la cathode 2 ?
 - (d) Proposer une solution pour améliorer la précision des mesures.

6 Détection de défauts dans une grille

1. L'observation de l'image `grille.tif` révèle des variations de luminosité du fond dû à un vignettage. Rappeler l'origine de cette aberration et son effet sur l'image. Réaliser une correction de fond pour obtenir un fond plus homogène. On exploitera ici une fermeture (à niveaux de gris) de grande taille que l'on justifiera.
2. Donner un premier algorithme pour mettre en évidence le défaut à partir d'une labellisation des trous de la grille
3. Proposer un second algorithme qui s'appuie sur le filtrage dans l'image de toutes les régions trous standards i.e. sans défauts.
4. Quelle approche privilégier au final ?

7 Détection d'objets mobiles

On veut isoler et détecter les contours de l'objet de l'image `objet-m1` qui est en mouvement au cours de la séquence d'images `objet-m1`, `objet-m1`, `objet-m3`. Il s'agit de l'ellipse noire.

1. Proposer un enchaînement de fonctions permettant de segmenter l'objet mobile.
2. En déduire les contours mobiles de l'objet ainsi segmenté.

8 Classification de graines

On désire mettre au point une procédure de classification automatique sur un lot de graines présentant des caractéristiques morphologiques différentes. La classification doit permettre de partitionner le lot en trois types de graines différentes présentes dans l'image `seeds.tif`.

1. Améliorer la dynamique de l'image `seeds.tif` par étirement d'histogramme.
 - (a) En quoi ce pré-traitement facilite-t-il le seuillage de l'image ?
 - (b) Détecter les graines par seuillage.
 - (c) Éliminer le bruit et lisser leurs contours.
2. On désire classifier les graines par rapport aux critères surface (noté `pixelCount`) et élongation.
 - (a) Identifier les trois types de graines et les décrire brièvement avec un ou deux adjectifs.
 - (b) Avant d'effectuer l'extraction d'objets, exécuter l'opérateur `borderKill`. Quel est son intérêt ?
 - (c) A partir d'une analyse individuelle des régions segmentées, tracer le graphique surface versus élongation.
 - (d) En déduire les valeurs limites (intervalles) des critères pour séparer au mieux les trois classes de graines.
3. On désire maintenant compter et évaluer la proportion des trois types de graines dans l'échantillon.
 - (a) Filtrer le fichier d'objets (noté `object set`) en trois `object set`, correspondant aux trois classes de graines.
 - (b) Déterminer la proportion de graines dans chaque classe.
 - (c) Vérifier les résultats de la classification en superposant les ensembles objets définis sur l'image initiale `seeds.tif` afin de vérifier la cohérence des intervalles choisis en 2(d). Commenter.

9 Analyse de la microstructure d'un alliage réfractaire oxydé

L'image `oxydation.tif` représente la coupe micrographique d'un alliage réfractaire oxydé à 1100°C. Son observation au microscope électronique permet de mettre en évidence :

- une couche superficielle, continue et rugueuse, composée d'oxyde de chrome (en gris moyen sur l'image).
- une couche discontinue, constituée de précipités d'oxyde de silicium (en noir).
- la matrice, composée essentiellement de fer, nickel et chrome (en blanc).

En précisant et justifiant à chaque fois l'algorithme utilisé (seuils, connexité, taille, etc.), répondre aux questions suivantes. La résolution spatiale de l'image est de 0.2 micron/pixel.

1. Identifier les différents constituants du matériau via l'histogramme des niveaux de gris. Segmenter la couche d'oxyde de chrome, et déterminer son épaisseur équivalente (définie par la surface de la couche rapportée à la longueur droite analysée).
2. Déterminer le facteur de rugosité de la couche d'oxyde de chrome défini par la longueur développée du profil rapportée à la longueur droite analysée.
3. Segmenter les précipités d'oxyde de silicium sachant que ceux-ci se développent exclusivement sous la couche superficielle. Les particules de surface unitaire seront considérées comme du bruit à éliminer).

10 Analyse de l'endommagement sur une éprouvette de fatigue thermo-mécanique

L'image `fatigue.tif` représente la surface d'une éprouvette en acier après un essai thermo-mécanique (déformation imposée de 1.5%, cycle thermique de 200 à 600°C). Sous l'action des contraintes thermiques et mécaniques, la couche d'oxyde subit une fissuration et un écaillage (rupture locale de la couche, qui accélère le processus d'oxydation). Le but est ici de quantifier ces deux phénomènes d'endommagement.

On privilégie une connexité 8 dont on rappellera le principe et le but. La résolution image est de 0.2 microns les mesures seront effectuées en valeur réelle. En précisant et justifiant à chaque fois l'algorithme utilisé (seuils, connexité, taille, etc.), répondre aux questions suivantes.

1. Déterminer la taille réelle du champ image, et calculer la taille mémoire de l'image.
2. On souhaite filtrer l'image en niveaux de gris afin d'atténuer le bruit tout en préservant les contours. On privilégie un filtre médian. Rappeler son principe et son intérêt ici. A l'aide de l'histogramme, segmenter les zones écaillées et déterminer le taux d'écaillage de la couche d'oxyde (en %).
3. Segmenter les fissures (en filtrant le bruit de taille 1 pixel) et déterminer leur nombre. Déduire la densité de fissures par unité de surface.
4. Détecter les fissures orientées à 90° par une approche morphologique. Déterminer le pourcentage de fissures orientées à 90° et leur longueur moyenne. Que conclure sur la direction de sollicitation ?