

TP n° 3

Morphologie mathématique ensembliste

But du TP

- Comprendre et utiliser les principaux opérateurs de morphologie mathématique (ensembliste, transformations en tout ou rien).
- Application à la classification et la reconnaissance d'objets.

Notations

- L'érosion d'un ensemble X par un élément structurant B de taille λ est notée $E^{B_\lambda}(X)$.
- La dilatation d'un ensemble X par un élément structurant B de taille λ est notée $D^{B_\lambda}(X)$.
- L'ouverture de X par B est notée $O^{B_\lambda}(X) = D^{B_\lambda}(E^{B_\lambda}(X))$.
- La fermeture de X par B est notée $F^{B_\lambda}(X) = E^{B_\lambda}(D^{B_\lambda}(X))$.

1 Erosion et dilatation

Opérateurs utiles: pdilatation, perosion

- Charger et visualiser l'image `outils.pan` (qui se trouve dans `/home/public/pandore`). Cette image binaire contient des objets sur un fond.
- Appliquer une érosion sur cette image avec un élément structurant de taille 3×3 . Observer l'effet en fonction de la taille et la nature de l'élément structurant: losange, carré, disque. Commenter l'effet sur les bords et les trous.
- Appliquer deux érosions successives sur l'image avec un élément structurant circulaire de taille λ .
- Appliquer une seule érosion avec le même élément structurant de taille 2λ . Qu'observe-t-on ? Conclure quant à la relation entre $E^{B_{n\lambda}}(X)$ et $\underbrace{E^{B_\lambda}(E^{B_\lambda}(\dots E^{B_\lambda}))}_{n \text{ fois}}$.
- Enoncer les propriétés algébriques (croissance, extensivité et idempotence) et topologiques (homotopie et connexité) de l'érosion. Vérifier ces propriétés en pratique sur l'image chargée.
- Répéter les étapes précédentes pour la dilatation.

2 Ouverture et fermeture

Opérateurs utiles: `pdilatation`, `perosion`, `pdilatationreconstruction`

- Charger et visualiser l'image `cells.pan` (qui se trouve dans `/home/public/pandore`). Cette image en niveaux de gris contient une cellule d'intérêt (la plus grande) et plusieurs autres structures parasites et un fond.
- Binariser cette image pour éliminer le fond (penser à utiliser l'histogramme pour guider le choix du seuil).

On désire maintenant refermer les trous de la cellule et éliminer les petites structures.

- Quel opérateur permettra d'éliminer les structures de petite taille ? Etudier l'effet de la taille et de la nature de l'élément structurant.
- Quel(s) opérateur(s) permettra de combler les trous de la cellule ? Proposer au moins deux solutions. Etudier l'effet de la taille et de la nature de l'élément structurant.
- En combinant ces deux étapes et en utilisant l'opérateur de reconstruction par dilatation, écrire l'enchaînement des opérateurs permettant de segmenter la cellule.
- Facultatif Dédurre les propriétés algébriques et topologiques de l'ouverture et de la fermeture.

3 Squelettisation

Opérateurs utiles: `pskeletonization`, `ppostthinning`

- Calculer le squelette par amincissement de l'image `outils.pan` et appliquer l'opérateur `ppostthinning` pour avoir un squelette filaire (épaisseur des lignes unitaire).
- Que remarque-t-on ?

4 Application à la classification d'objets

Ici, on se propose de résoudre une application concrète où il s'agit de classer (et de reconnaître) des outils défilant sous une caméra placée au dessus d'un tapis roulant d'une chaîne industrielle. La solution adoptée ici est purement morphologique.

- Charger et visualiser l'image `tools.pan`.
- Le but est de séparer les clous, les pointes et les vis à tête ronde. Quelle propriété géométrique caractérise les clous et les vis rondes ?
- L'image chargée correspond à une version binarisée de l'image initialement acquise, ce qui explique les imperfections constatées (trous dans les objets). Proposer une méthode pour se débarrasser des trous. Quel inconvénient remarque-t-on ?

- Les vis ayant une tête ronde et des points triples (en T), il est plus judicieux de commencer par les isoler. Ceci correspond à l'enchaînement suivant:
 - Squelettiser et post-amincir l'image prétraitée.
 - Eliminer les barbules.
 - Détecter les boucles.
 - A partir de ces marqueurs (les boucles) et de l'image initiale, reconstruire les vis à tête ronde.
 - Retirer les vis à tête ronde de l'image initiale.
- Pour isoler les clous, on se base sur un critère de convexité, les clous sont moins convexes que les pointes. Ceci correspond à l'enchaînement suivant:
 - Sur l'image ne contenant que les clous et les pointes, combler les trous.
 - Squelettiser, post-amincir.
 - Simplifier le squelette en éliminant les barbules et les petites lignes parasites.
 - Maintenant, on doit calculer la convexité de chaque objet. Pour ce faire, on commence par étiqueter (marquer) les objets squelettisés pour les distinguer chacun par un label. Ensuite on calcule la convexité des ces objets.
 - Visualiser les valeurs calculées. En déduire un seuil permettant de distinguer les clous des pointes.
 - Sélectionner les objets squelettisés dont la convexité est supérieure à ce seuil et les extraire.
 - A partir de ces marqueurs (les squelettes des pointes si tout se passe bien) et de l'image initiale, reconstruire les pointes.
- Retirer les pointes de l'image initiale pour n'avoir finalement que l'image des clous.