

# TP de morphologie mathématique

Des images de test se trouvent sur <http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/ANIM/ImagesTP/>

Les images suivantes peuvent être utilisées :

- bat200.bmp
- bulles.bmp
- cailloux.png
- cailloux2.png
- laiton.bmp
- retina2.gif

## 1 Morphologie mathématique sur des images à niveaux de gris

L'élément structurant est défini par la fonction `strel`. Il est possible de choisir la forme : 'diamond', 'square', 'disk', 'line', et la taille. Par exemple

```
se = strel('square',11);
```

crée un élément structurant carré de taille  $11 \times 11$  pixels.

1. Les fonctions `imdilate`, `imerode`, `imopen`, `imclose` réalisent les quatre opérations de base. Vérifier leur fonctionnement sur une des images à niveaux de gris. Commenter l'influence de la taille et de la forme de l'élément structurant.
2. Vérifier les propriétés des quatre opérations sur des exemples.
3. A quoi est égale la succession d'une dilatation par un carré de taille  $3 \times 3$  et d'une dilatation par un carré de taille  $5 \times 5$ ? Même question pour l'ouverture. Quelles sont les propriétés de ces deux opérations qui expliquent ces résultats?
4. Effectuer une transformation du chapeau haut-de-forme sur une image à niveaux de gris (image originale moins ouverture), par exemple sur l'image `retina2.gif`
  - en utilisant un élément structurant unique; commenter alors le résultat pour différentes tailles et différentes formes d'éléments structurants;
  - en utilisant des segments dans plusieurs directions et en faisant le max des ouvertures obtenues pour chacun (cela donne aussi une ouverture algébrique); commenter.
5. Quelle serait l'opération duale du chapeau haut-de-forme (illustrer sur l'image `laiton.bmp` par exemple)? Tester avec un élément structurant unique et avec plusieurs segments, en explicitant alors les opérations effectuées.

## 2 Filtres alternés séquentiels

Réaliser un filtre alterné séquentiel, par exemple en utilisant la suite de commandes suivante :

```
se1=strel('disk',1);  
se2=strel('disk',2);  
se3=strel('disk',3);  
se4=strel('disk',4);  
se5=strel('disk',5);
```

...

```

fas1=imclose(imopen(im,se1),se1);
fas2=imclose(imopen(fas1,se2),se2);
fas3=imclose(imopen(fas2,se3),se3);
fas4=imclose(imopen(fas3,se4),se4);
fas5=imclose(imopen(fas4,se5),se5);
...

```

Quel comportement peut-on attendre si l'on poursuit la séquence avec un élément structurant de plus en plus grand ?

### 3 Reconstruction

1. Faire une ouverture par reconstruction sur l'image `retina2.gif` (le résultat de l'ouverture sert de marqueur dans la reconstruction par dilatation), par exemple :

```

im=imread('retina2.gif');
se4 = strel('disk',4);
open4 = imopen(im,se4);
reco=imreconstruct(open4,im);

```

Commenter les résultats, en fonction du choix de l'élément structurant.

2. Ajouter une reconstruction à chaque étape du filtre alterné séquentiel (reconstruction par dilatation après chaque ouverture et reconstruction par érosion après chaque fermeture). Commenter.

### 4 Segmentation

1. Calculer le gradient morphologique, par exemple sur l'image `bat200.bmp`. Commenter.
2. Appliquer l'algorithme de ligne de partage des eaux sur l'image de gradient :

```

wat=watershed(grad);

```

3. Commenter. Pour la visualisation, on peut sélectionner les lignes (points de valeur 0) et les superposer à l'image originale.
4. Essayer de filtrer l'image originale (par un filtre alterné séquentiel bien choisi par exemple) et/ou l'image de gradient (par une fermeture) avant d'appliquer la ligne de partage des eaux pour améliorer le résultat.
5. Eliminer les minima de dynamique inférieure à un certain seuil avant d'utiliser la ligne de partage des eaux.
6. Définir des marqueurs (à la main, ou par un pré-traitement), avec par exemple un marqueur dans l'objet à segmenter et un marqueur sur tout le bord de l'image (ou plusieurs marqueurs à l'extérieur de l'objet à segmenter). Soit  $m$  le marqueur, tel que  $m$  vaut 0 dans les zones marquées et 255 ailleurs. On calcule  $I' = I \wedge m$ , où  $I$  est l'image sur laquelle on veut appliquer la ligne de partage des eaux (image de gradient, ou image inversée dans le cas de `laiton.bmp` par exemple). Puis on reconstruit  $I'$  par érosion à partir de  $m$ . L'image reconstruite n'a que des minima là où ils sont indiqués par  $m$ , et la ligne de partage des eaux peut alors être appliquée à cette image reconstruite. Commenter les résultats.
7. Comment pourrait on utiliser la ligne de partage des eaux (associée à d'autres étapes) pour segmenter les lignes noires dans l'image `bulles.bmp` ou `laiton.bmp` ?