

# SI241 - TP de morphologie mathématique

Le but de ces travaux pratiques est d'expérimenter les principales opérations de morphologie mathématique pour en comprendre les effets.

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

## 1 Elément structurant

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);
```

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

## 2 Morphologie mathématique binaire

Pour cette partie, utiliser l'image `cellbin.bmp` (ou `cafe.bmp`). L'image peut être lue et visualisée avec les commandes :

```
cell=imread('cellbin.bmp');  
imshow(cell);
```

Tester les opérations de dilatation, érosion, ouverture et fermeture avec différentes formes et tailles d'éléments structurants (fonctions `imdilate`, `imerode`, `imopen`, `imclose`).

Commenter l'influence de la forme et de la taille de l'élément structurant sur les résultats.

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

Les images suivantes peuvent être utilisées :

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

1. Tester les quatre opérations de base sur une des images à niveaux de gris. Quelle est 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`. Commenter le

résultat pour différentes tailles et différentes formes d'éléments structurants. Quelle serait l'opération duale (illustrer sur l'image `laiton.bmp` par exemple) ?

Pour aller plus loin, définir des segments dans plusieurs directions comme éléments structurants, et calculer le max des ouvertures obtenues pour chacun, puis retrancher le résultat à l'image originale. Conclusion ?

## 4 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);
...
```

Les tests doivent permettre de comprendre le type de résultat obtenu en fonction de la forme de l'élément structurant et de la taille maximale de l'élément structurant utilisé.

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

## 5 Segmentation

1. Calculer le gradient morphologique, par exemple sur l'image `bat200.bmp`. Commenter.
2. Essayer de seuiller le gradient, par exemple :

```
temp = grad;
temp(temp<50)=0;
```

Pourquoi est-il difficile de trouver une bonne valeur de seuil ?

3. Appliquer l'algorithme de ligne de partage des eaux sur l'image de gradient :  
`wat=watershed(grad);`
4. Commenter. Pour la visualisation, on peut sélectionner les lignes (points de valeur 0) et les superposer à l'image originale.
5. 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.

## 6 Pour aller plus loin : reconstruction

La reconstruction permet de rendre les opérations robustes. La reconstruction par dilatation est obtenue par la séquence suivante ( $m$  est le marqueur,  $I$  l'image à reconstruire, ou masque, et  $B_1$  est un élément structurant élémentaire, de taille 1) :

$$\begin{aligned}m_0 &= m \wedge I \\m_1 &= D(m_0, B_1) \wedge I \\&\dots \\m_i &= D(m_{i-1}, B_1) \wedge I \\&\dots\end{aligned}$$

cette séquence étant itérée jusqu'à convergence (lorsque  $m_n = m_{n-1}$ ).

Par exemple la reconstruction d'une image à partir d'une ouverture permet de récupérer les petites parties des objets en partie préservés par l'ouverture. Tester par exemple (en changeant éventuellement l'élément structurant) :

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

Commenter les résultats.

La reconstruction par érosion s'obtient par dualité et peut être utilisée pour imposer des marqueurs à la ligne de partage des eaux. Soit  $m$  le marqueur, tel que  $m$  vaut 0 dans les zones à marquer (que l'on veut segmenter) 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. Cette idée pourra être testée si le temps le permet.