

## TP de morphologie mathématique

Le but de ces travaux pratiques est de montrer sur quelques exemples les effets d'opérateurs de morphologie mathématique et de segmentation. L'application de différents opérateurs avec plusieurs paramètres permet de mettre en évidence leurs propriétés, l'influence des paramètres, l'importance des prétraitements et la nécessité d'adapter une méthode et ses paramètres à un problème spécifique.

Les sections 1 et 2 sont des applications directes du cours. Justifiez bien vos réponses en vous appuyant sur les propriétés des opérateurs.

Les sections 3 et 4 demandent un peu plus d'imagination... Justifiez bien vos choix et expliquez précisément les résultats que vous obtenez, avec leurs limites éventuelles.

Le logiciel utilisé pour le TP a été développé par Antoine Manzanera (ENSTA ParisTech). Il est disponible sur <http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/P6Image/TP-RDMM/> (avec également un répertoire d'images). Sur les comptes de TP, il est installé dans le répertoire TP-RDMM. S'il est nécessaire de le compiler, faire :

```
cd TP-RDMM/Morpho_tutoriel
make -f Makefile64bits
```

Les fonctions disponibles sont accessibles grâce à une interface graphique :

```
./Morpho.tcl -i clock.gif -nb 6 &
```

## 1 Morphologie mathématique binaire

On pourra utiliser pour cette partie les images

```
coffee.gif, cat.gif, empreinte.gif, particules.gif
```

### 1.1 Fonction distance

La transformation distance sur une image binaire peut être calculée avec différentes précisions par rapport à la distance euclidienne en fonction du masque utilisé (distances discrètes). Comparer les résultats obtenus sur une image binaire avec différentes définitions. En particulier, noter les différences sur les courbes de niveaux de la distance calculée (par exemple en déplaçant le curseur du seuil).

### 1.2 Seuil de la fonction distance : dilatation

La dilatation binaire peut être effectuée en seuillant la fonction distance calculée à l'extérieur des objets. Comparer les résultats obtenus avec ceux donnés directement par la fonction de dilatation avec un élément structurant approprié.

### 1.3 Erosion

Comment la fonction distance peut-elle être utilisée pour effectuer une érosion ? Effectuer une érosion avec la fonction distance (avec les paramètres convenables). Ensuite, vérifier le résultat en appliquant la fonction d'érosion.

Comparer les résultats obtenus avec les conditions de bords nuls et géodésiques.

### 1.4 Squelette

Comparer les squelettes obtenus avec les options `d4` et `d8`. Quelle est la définition du squelette utilisée dans ces fonctions ? Quelles sont les propriétés du squelette obtenu ? Quelles sont les différences entre les deux résultats ?

## 2 Morphologie mathématique pour des images à niveaux de gris

Pour cette partie, on pourra utiliser les images suivantes :

`clock.gif`, `house.gif`, `laiton.gif`, `retina2.gif`, `tree_noise.gif`...

### 2.1 Erosion et dilatation

Tester des érosions et dilatations avec différentes formes et tailles d'éléments structurants. Comparer les résultats.

Vérifier sur un exemple les propriétés de croissance ou de décroissance de l'érosion et de la dilatation par rapport à l'image et par rapport à l'élément structurant.

A quoi est équivalente la succession d'une dilatation par une boule (discrète) de taille 3 et d'une dilatation par une boule de taille 2 ? Justifier.

### 2.2 Ouverture et fermeture

Tester des ouvertures et fermetures avec différentes formes et tailles d'éléments structurants. Vérifier leurs propriétés sur un exemple (croissance, extensivité ou anti-extensivité, idempotence).

Que se passe-t-il si une ouverture ou une fermeture est itérée avec le même élément structurant ? Observe-t-on les mêmes effets avec l'érosion ou la dilatation ? Quelles sont les propriétés qui permettent de justifier cela ?

Tester des ouvertures par reconstruction (par exemple sur l'image `retina2.gif`). Que peut-on attendre de ce type de transformation ? Note : la reconstruction s'effectue avec l'ouverture (ou l'érosion) en 1 et l'image originale en 2.

### 2.3 Transformation du chapeau haut-de-forme

Effectuer une transformation du chapeau haut-de-forme sur une image à niveaux de gris. Observer le résultat pour différentes tailles et différentes formes d'éléments structurants.

Quelle serait l'opération duale ?

## 2.4 Filtre alterné séquentiel

Effectuer des filtrages alternés séquentiels en commençant respectivement par une fermeture et par une ouverture. Effectuer ces opérations avec plusieurs formes d'éléments structurants et avec différentes tailles maximales d'élément structurant. Quel type de filtrage peut-on attendre de telles opérations ?

Quel est l'apport de la reconstruction dans ce type de filtre (reconstruction par dilatation après chaque ouverture et par érosion après chaque fermeture). Note : la reconstruction dans l'interface est une reconstruction par dilatation (l'image 1 est la fonction à dilater, l'image 2 est la fonction conditionnante). Utiliser les propriétés de dualité pour effectuer une reconstruction par érosion. La fonction de copie de l'interface copie l'image 2 dans l'image 1.

## 3 Ligne de partage des eaux

On pourra utiliser par exemple l'image `house.gif` dans cette partie.

1. Calculer le gradient morphologique. Commenter.
2. Essayer de seuiller le gradient. Pourquoi est-il difficile de trouver une bonne valeur de seuil pour obtenir les contours ?
3. Appliquer l'algorithme de ligne de partage des eaux sur l'image de gradient. Commenter.
4. Comment peut-on filter l'image et l'image de gradient avant d'appliquer la ligne de partage des eaux pour améliorer le résultat ?
5. Définir des marqueurs et les imposer à l'image de gradient (ou gradient filtré).
6. Appliquer la ligne de partage des eaux à l'image obtenue. Commenter.

## 4 Traitement complet d'une image

Trouver une séquence d'opérations qui permettent de détecter les lignes sombres dans l'image `laiton.gif`, tout en supprimant les petites tâches sombres.