

TP : Filtrage et détection de contours

1 Données Fournies

Les données utiles à ce TP se trouvent dans le répertoire partagé : `/share/esir2/tsi/tpFiltrage`.

Vous trouverez les sous-répertoires suivants :

- **images** : des images de test au format pgm
- **src** : les codes sources que vous devez compléter
 - `tp_filtrage.c`, squelette à compléter
 - `tp_filtrage.param`, fichier de paramètres qui peuvent être parsés dans le **main**
 - `Makefile`, fichier de compilation.

Ces fichiers utilisent la librairie `libit`, pour la lecture et l'écriture d'images. Il vous faudra au préalable exécuter dans un terminal les commandes suivantes pour pouvoir utiliser la librairie :

```
export PATH=$PATH:/share/esir2/tsi/libit/bin
```

Cette variable n'est valable que dans la console où elle est déclarée.

2 Lissage et rehaussement

2.1 Filtrage monodimensionnel

Réaliser un filtrage monodimensionnel `[-1 1]` sur les lignes. Testez-le sur des images possédant des structures variées (zones homogènes, texturées, zones avec contours, ...).

2.2 Filtrage bidimensionnel

a. Filtre séparable : Réaliser le filtrage bidimensionnel par le filtre binomial gaussien :

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Étudier l'effet de ce filtre sur différentes structures de l'image.

Remarque : Pour programmer ce filtrage exploitez le fait qu'il est séparable.

b. Filtre Moyenneur : Appliquer sur les mêmes images un filtre moyenneur sur des fenêtres 3×3 .

c. Conclusion : Comparer les résultats obtenus par les 2 filtres. Calculer les fonctions de transfert des ces 2 filtres. En déduire l'effet attendu de ces derniers et vérifier la cohérence de vos résultats.

2.3 Rehaussement de contours

On souhaite réaliser une opération d'accentuation de contours par le filtre bidimensionnel suivant :

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

1. Expliquez en quoi ce filtre permet d'accentuer les contours en calculant (et en interprétant) sa fonction de transfert.
2. Comparer les résultats de *rehaussement* des images de différentes structures en procédant de deux façons :
 - en appliquant directement le filtre de rehaussement sur les images initiales,
 - en faisant un prétraitement (filtrage passe-bas) sur les images initiales avant d'appliquer le filtre de rehaussement.

3 Détection de contours

3.1 Filtre de Sobel

Vous suivrez la méthodologie suivante :

1. Appliquer le filtre passe-haut de Sobel sur une image :

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Seuiller l'image résultat. Vous choisirez le seuil S le mieux adapté en faisant attention d'une part à ne pas faire apparaître le bruit de l'image et d'autre part à ne pas masquer trop les contours.
3. Faire un pré-traitement sur l'image afin de mieux détecter les contours.
4. Refaire l'expérience mais cette fois-ci en changeant la direction du filtre.

3.2 Filtre Laplacien

Vous allez ensuite réaliser une détection de contours sur une image en niveaux de gris en utilisant les passages à 0 du laplacien.

1. Vous utiliserez pour cela le filtre laplacien 8-voisins de Prewitt. Vous pourrez choisir l'une des deux formes suivantes :
 - non séparable

$$H = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

- séparable

$$H = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -2 & 1 & -2 \\ 1 & 4 & 1 \\ -2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

2. Dans un deuxième temps, vous chercherez les passages par 0 du laplacien afin d'obtenir une carte binaire des contours de l'image.
3. Comparer les résultats obtenus avec les deux détecteurs de contours. Conclusions ?

4. Démontrer la séparabilité du deuxième filtre laplacien proposé. Vous le mettrez sous la forme $H = H_1 + H_2$,

$$\text{avec } H_1 = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_1 & y_1 & z_1 \end{bmatrix} \text{ et } H_2 = \begin{bmatrix} x_2 & x_2 & x_3 \\ y_2 & y_2 & y_3 \\ z_2 & z_2 & z_3 \end{bmatrix}$$

Vous montrerez alors que H_1 et H_2 sont séparables, ce qui nous ramène à :

$f * H = (f * H_{1x}) * H_{1y} + (f * H_{2x}) * H_{2y}$, où $*$ est l'opérateur de convolution, H_{ix} un vecteur ligne et H_{iy} un vecteur colonne.

Quel est l'intérêt de séparer un filtre ?

4 Détection de points d'intérêts

Vous utiliserez le détecteur de Harris.

1. A partir des images I_x et I_y , calculez les images I_x^2 , I_y^2 et $I_{xy} = I_x \times I_y$. Lissez ces images à l'aide du filtre binomial gaussien.
2. Calculer la fonction de Harris $H = \det C - k \operatorname{trace}^2 C$ en chaque pixel. La valeur de cette fonction dépend de la matrice d'autocorrélation C définie par :

$$C = \begin{pmatrix} I_x^2 & I_{xy} \\ I_{xy} & I_y^2 \end{pmatrix}$$

où k est un paramètre modifiable du détecteur, et où les paramètres de la matrice C , en un pixel, correspondent aux valeurs des images lissées en ce pixel.

3. Affichez l'image de H .
4. Quelle influence a le paramètre k ?
5. Affichez les n maxima locaux de H où n est un paramètre modifiable.

5 A rendre

Vous rendrez :

- un compte-rendu contenant les réponses aux questions posées, ainsi que les résultats obtenus accompagné d'un commentaire succinct et précis.
- le fichier `tp_filtrage.c`.

sous la forme d'une archive au format `tpFiltrage_Nom1_Nom2.tar.gz`¹, contenant votre rapport ainsi que votre fichier source (uniquement).

1. Merci de bien vouloir respecter le nom de l'archive...