

Traitement d'images

TP3 : filtres linéaires

Benoît Naegel, Gregory Apou

Semaine 3

Thèmes abordés : filtrage linéaire, convolution.

Test et illustrations

- Pour chaque méthode, créer un programme spécifique permettant de montrer le bon fonctionnement des fonctions ;
- Créer un document au format de votre choix (markdown, html ou pdf) dans lequel vous illustrerez les résultats de vos programmes de test, en indiquant, pour chaque jeu d'essai, les paramètres utilisés.

Convolution

Le filtrage linéaire se fonde sur l'opérateur de convolution. La convolution d'une image se fait par l'intermédiaire d'un noyau ou masque de convolution. Ce masque de convolution peut-être vu comme une matrice carrée de taille impaire à coefficients réels. On considère un masque M de taille $(N \times N)$ avec N impair et une image I . Le résultat de la convolution de I par M au pixel de coordonnées (i, j) est défini par :

$$I'(i, j) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} M(k, l) I(i + k - c_x, j + l - c_y)$$

où $c_x = \frac{N}{2}$, $c_y = \frac{N}{2}$ sont les coordonnées du centre du masque M .

- Écrire une fonction qui calcule la convolution à partir d'une image et d'un masque de convolution passés en paramètres.

Filtres de lissage

Les noyaux suivants définissent des masques de lissage :

$$M_1 = \frac{1}{9} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, M_2 = \frac{1}{16} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- Tester votre opérateur de convolution avec ces masques.
- Écrire une fonction permettant de construire un masque moyennneur de taille $N \times N$, avec N impair (k est passé en paramètre, avec $N = 2 * k + 1$).
- Écrire une fonction permettant de construire un masque approximant un masque Gaussien d'écart-type $\sigma > 0$ et de moyenne nulle.

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2 + y^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$

Le support du filtre Gaussien est théoriquement infini : on ne garde qu'une fenêtre de $N \times N$ avec $N \approx 3 \cdot \sigma$ impair (on considère qu'au delà les poids deviennent négligeables, proches de 0).

1 Renforcement de la netteté (ou réhaussement de contours)

Les noyaux suivants définissent des filtres réhausseurs de contours, permettant de renforcer la netteté :

$$M_3 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, M_4 = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Pour ces filtres, il est nécessaire de tronquer le résultat dans l'intervalle de valeurs $V = [0, 255]$.

- Tester votre opérateur de convolution avec les masques M_3 et M_4 .

2 Détection d'arêtes

- Les noyaux suivants (les masques de Sobel horizontaux et verticaux) définissent des filtres détecteurs d'arête :

$$S_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, S_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- Le résultat de la convolution sera normalisé par la somme des poids positifs (ici $P = 4$) et on conserve la valeur absolue.
- À partir de ces noyaux, écrire un programme de test permettant de calculer et d'afficher une carte des contours en approximant la norme (magnitude) du gradient.