

Filtres

(Semaines du 8 au 12 janvier)

Un filtre est une action réalisée sur une image. Nous allons ici nous intéresser à un type de filtre particulier, ceux dont le résultat est obtenu par convolution. Cela signifie que l'image obtenue en résultat de l'application du filtre est calculée pixel par pixel. Chaque pixel est obtenu par un calcul à partir de la valeur du pixel de l'image de base, plus un certain nombre de ses voisins. On peut ainsi flouter ou lisser une image, détecter le bord des objets représentés, etc.

Filtre
action : vecteur 2D de flottants
rayon : entier

Pour coder un filtre, vous allez créer une classe `Filtre` avec un attribut `action` de type vecteur 2D de flottants et un entier `rayon` représentant la distance jusqu'à laquelle on regarde les pixels voisins.

Pour comprendre, comme fonctionne un filtre, nous allons regarder un exemple d'un filtre représenté par cette matrice :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{16} & \frac{1}{8} & \frac{1}{16} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{8} & \frac{1}{16} \end{bmatrix}$$

Le rayon de ce filtre est 1. Cela signifie qu'un pixel de coordonnées (i, j) dépend des pixels dont l'abscisse est dans l'intervalle $[i - 1 ; i + 1]$ et dont l'ordonnée est dans l'intervalle $[j - 1 ; j + 1]$. Pour un rayon de 2, on regarderait les pixels dont l'abscisse est dans l'intervalle $[i - 2 ; i + 2]$ et dont l'ordonnée est dans l'intervalle $[j - 2 ; j + 2]$. Quel serait la taille du vecteur 2D action pour représenter ce filtre ?

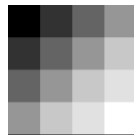
On note A_{ij} la valeur du pixel de l'image de départ aux coordonnées (i, j) et B_{ij} la valeur du pixel de l'image résultat aux coordonnées (i, j) .

On calcule les pixels de l'image résultat :

$$\begin{aligned} B_{ij} = & \frac{1}{16} A_{i-1, j-1} + \frac{1}{8} A_{i-1, j} + \frac{1}{16} A_{i-1, j+1} \\ & + \frac{1}{8} A_{i, j-1} + \frac{1}{4} A_{i, j} + \frac{1}{8} A_{i, j+1} \\ & + \frac{1}{16} A_{i+1, j-1} + \frac{1}{8} A_{i+1, j} + \frac{1}{16} A_{i+1, j+1} \end{aligned}$$

Il faudra adapter la formule pour faire attention aux bords. Une solution est de mettre la valeur 0 pour les coefficients qui sont en dehors de l'image.

On considère l'image en niveau de gris suivante et sa représentation par une matrice :



$$\begin{bmatrix} 0 & 50 & 100 & 150 \\ 50 & 100 & 150 & 200 \\ 100 & 150 & 200 & 225 \\ 150 & 200 & 225 & 255 \end{bmatrix}$$

Calculer l'image filtrée pour tester la façon dont le filtre agit.

1. (★) Ecrire une méthode `application` de la classe `filtre` permettant de créer une nouvelle image à partir de l'image passée en paramètre. L'image créée est l'image résultante de l'application du filtre sur la première image.
Reproduisez le filtre et l'image de l'exemple pour tester votre méthode.

2. (★) Créer un filtre `flouG3` dont l'action est :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{16} & \frac{1}{8} & \frac{1}{16} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{8} & \frac{1}{16} \end{bmatrix}$$

Quel est son rayon ?

3. (★★) Créer un filtre `flouG5` de rayon 2 qui effectue un flou gaussien.

Son action est $\frac{1}{256} \times \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix}.$

4. (★★) Créer des filtres `gradientX` et `gradientY` dont les actions sont respectivement

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

On appelle G_x l'image obtenue par application du filtre `gradientX` et G_y l'image obtenue par application du filtre `gradientY`.

Définir une méthode `contourSobel` de la classe `image` qui calcule une image G par la

formule suivante : $G[i][j] = \sqrt{G_x[i][j]^2 + G_y[i][j]^2}.$

5. (★★) Créer un filtre `contraster` dont l'action est

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

6. (★★★) Cherchez des filtres intéressants à coder.

Vous pouvez chercher des idées dans cette liste : <https://docs.gimp.org/2.10/fr/filters.html>

Vous pourrez définir de nouvelles classes pour créer vos outils.