

## TD 6

### « *Filtrage par convolutions* »

## 1. Programmation de la convolution

a. Type « type convol »

Inventer une structure de données permettant de stocker tous les attributs (nom, taille, coefficients, gain et offset) d'un filtre de convolution.

b. Calcul du produit de convolution

Compléter le programme générique ci-dessous qui calcule le produit de convolution du filtre d'indice CONVOL\_INDEX.

[illegible]

```
}
}
```

c. Liste des filtres

Initialiser automatiquement le tableau CONVOL des filtres à partir de définitions statiques en reportant les filtres vus en cours.

- Mean (3x3, 5x5, 7x7...).
- Gauss 3x3.
- Gradient 3x3 (4-connex, 8-connex, N-S, W-E, NW-SE)
- Sobel 3x3 (N-S, W-E, NW-SE)
- Courbure 3x3 (N-S, W-E, NW-SE)
- Laplacien 3x3
- Pratt 3x3

```

/*****
/* Global variables
/*****
type_convol CONVOL[] = {
  { "Mean 3x3",      3,  1./9.,  0.,  { 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1. } },
  { "Mean 5x5",      5,  1./25., 0.,  { 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1. } },
  { "Mean 7x7",      7,  1./49., 0.,  { 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
                                     1., 1., 1., 1., 1., 1., 1. } },
  { "Gauss 3x3",      3,  1./16., 0.,  { 1., 2., 1.,
                                     2., 4., 2.,
                                     1., 2., 1. } },
  { "Gradient 3x3 4-connex", 3, 10./4., 128., { 0., -1., 0.,
                                               -1., 4., -1.,
                                               0., -1., 0. } },
  { "Gradient 3x3 8-connex", 3, 10./9.657, 128., { -1., -1., -1.,
                                               -1., 8., -1.,
                                               -1., -1., -1. } },
  ...

```

## 2. Filtres d'invention

Inventer un filtre déplaçant l'image de 2 pixels à gauche.

Inventer un filtre passe-bas donnant l'impression de « bougé ».

### 3. Combinaison de filtres

#### a. Opérations arithmétiques sur les matrices de convolution

Trouver la taille, le gain, les coefficients et l'offset du filtre résultant de la différence entre une moyenne 5x5 et un filtre de Gauss 3x3.

#### b. Itérations d'un même filtre

Trouver la taille, le gain, les coefficients et l'offset du filtre résultant d'itérations du filtre de Gauss 3x3.

- 2 itérations :

$$\left[ \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} \right] \otimes \left[ \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} \right]$$

- 3 itérations :

$$\left[ \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} \right] \otimes \left[ \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} \right] \otimes \left[ \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} \right]$$

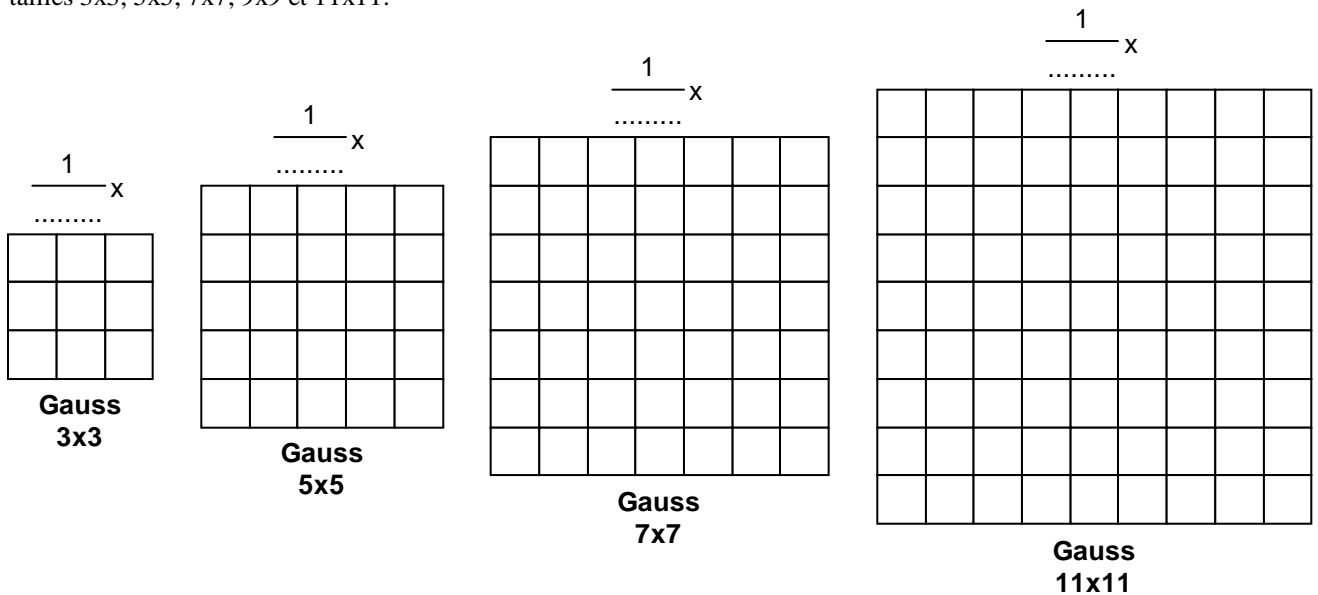
### 4. Rapport HTML

Ecrire un rapport HTML illustrant l'influence de différents filtres (passe-bas, passe-haut, directionnel, non directionnel, dérivée première, dérivée seconde) en montrant l'image et ses statistiques avant et après le filtrage.

## 5. Composantes des ondelettes

### a. Matrices de Gauss de taille quelconque

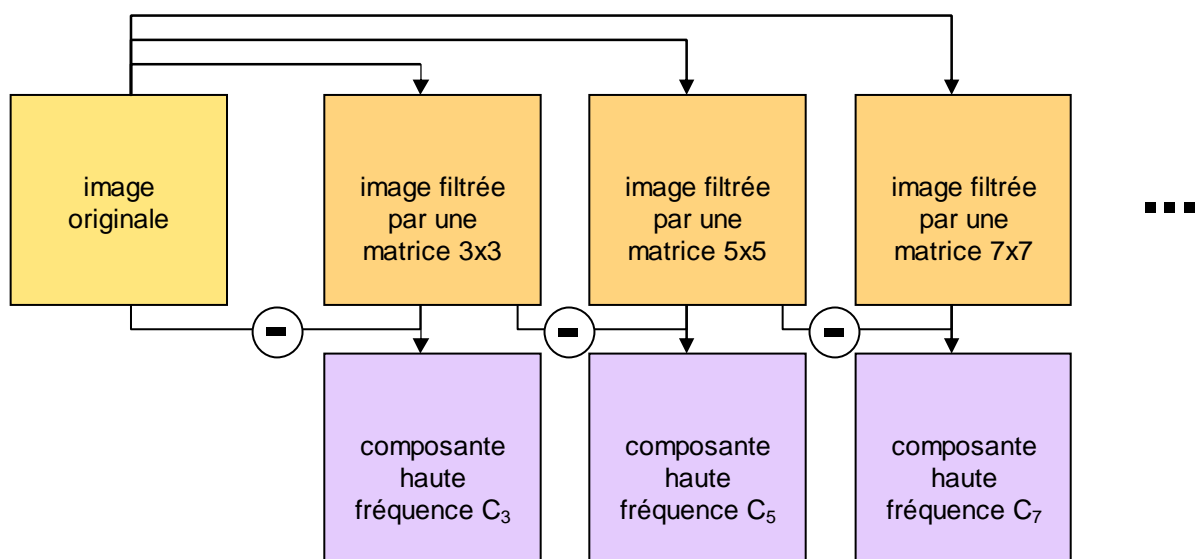
En vous inspirant du programme « *td6\_coeff\_gauss* », calculer les coefficients des matrices de convolution de Gauss de tailles 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 et 11x11.



### b. Décomposition d'une image en ondelettes

Une des méthodes utilisées pour la décomposition d'une image en ondelettes consiste à calculer une des composantes dite de fréquence  $p$  en soustrayant le résultat d'une convolution passe-bas ( $p \times p$ ) au résultat d'une convolution  $(p-1) \times (p-1)$ .

Les filtres passe-bas utilisés ici seront les filtres de Gauss calculés précédemment.



Calculer les coefficients de la matrice de convolution, son gain et l'offset permettant de générer en une seule passe sur l'image la composante  $C_3$ .

**Note 1 :** Attention à l'offset. Ce filtre est passe-haut et les sorties du produit de convolution peuvent être négatives.

**Note 2 :** Attention au gain. Trouver empiriquement la valeur du gain mettant en évidence la composante  $C_3$  pour le canal vert de Léna.

Calculer les coefficients des matrices de convolution, leurs gains et offset permettant de générer les composantes  $C_5$ ,  $C_7$ ,  $C_9$  et  $C_{11}$ .

**Note 3 :** Pour chaque composante, calculer les gains en évaluant le nombre de différences et la distance entre les éléments soustraits de manière à rendre comparables toutes les composantes  $C_p$ .