

TRAITEMENT D'IMAGE

Filtrage

Traitement d'image

- Convolution :

Transformation des valeurs des pixels d'une image

Les transformations vues jusqu'à maintenant sont des **transformations ponctuelles**, c-à-d on lit la valeur d'un pixel et on la remplace par une autre valeur.

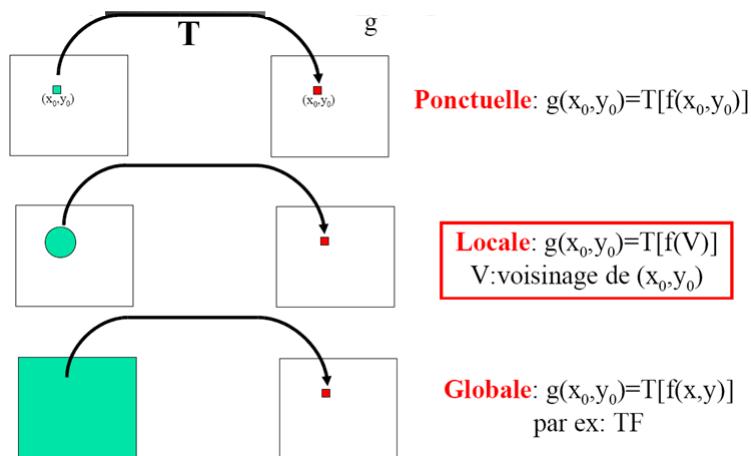
Il existe en traitement d'image d'autres types de transformations:

- **Transformations locales**: lire la valeur d'un voisinage d'un pixel pour calculer une nouvelle valeur de ce pixel.
- **Transformations globales**: lire la valeur de tous les pixels de l'image pour calculer une nouvelle valeur pour un seul pixel.

Traitements d'images

- Convolution:

Transformation des valeurs des pixels d'une image



Traitements d'images

- Convolution:

Convolution numérique

- La convolution discrète est un outil mathématique sur lequel se fonde le principe des filtres linéaires ou filtres à déplacements invariants.
- Pour le cas d'une seule variable, l'équation générale de la convolution entre une fonction $f(x)$ et une fonction $h(x)$:

$$g(x) = f(x) * h(x) = \sum_{\forall k} h(x - k)f(k)$$

- On appelle $f(x)$ la fonction d'origine (dans notre, c'est l'image) et $g(x)$ la fonction convoluée (résultat de la convolution).
- $h(x)$ est appelé masque de convolution, noyau de convolution, filtre, kernel

...

Traitements d'images

- Convolution :

Convolution numérique

- Pour le cas d'une fonction à deux variables (image par exemple), l'équation générale de la convolution entre une fonction $f(x, y)$ et une fonction $h(x, y)$:

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) = \sum_{\forall u} \sum_{\forall v} h(x - u, y - v) f(x, y)$$

- En pratique, la convolution numérique d'une image se fera par une sommation de multiplications :

$$\begin{aligned} I'(i, j) &= I(i, j) * \text{filtre}(i, j) \\ I'(i, j) &= \sum_{\forall u} \sum_{\forall v} I(i - u, j - v) \cdot \text{filtre}(i, j) \end{aligned}$$

Traitements d'images

- Convolution :

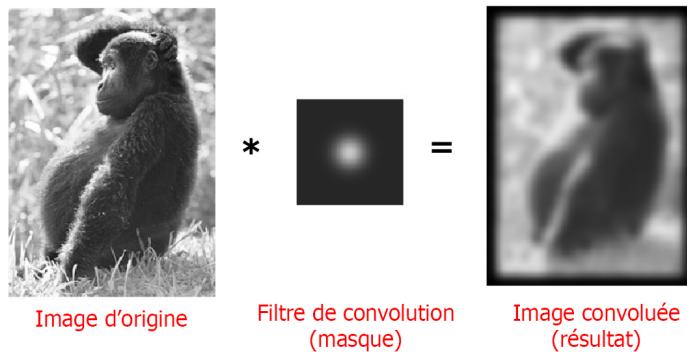
Convolution numérique

- Un filtre de convolution est une matrice (image) généralement (mais pas toujours) de **taille impaire** et **symétrique**.
- Nous prenons en général des matrices de tailles : $3 \times 3, 5 \times 5, 7 \times 7 \dots$

Traitement d'image

- Convolution :

Exemple de convolution 2D

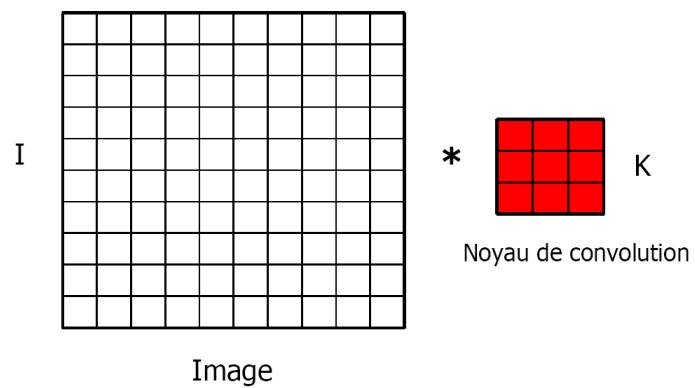


Note : par convention pratique, la taille de l'image résultat est la même que celle de l'image d'origine

Traitement d'image

- Convolution :

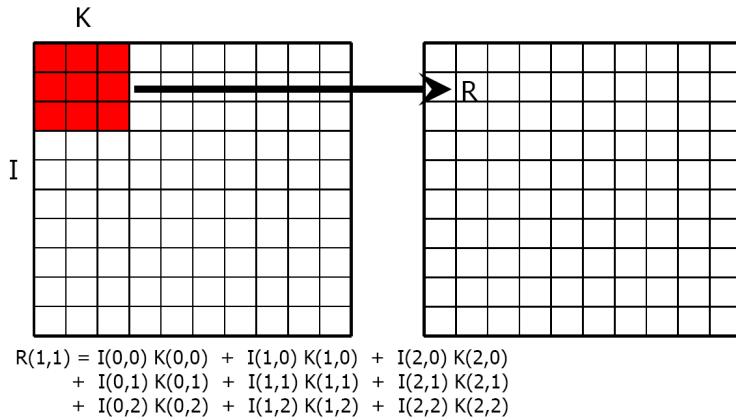
Convolution numérique $R=I*K$



Traitement d'image

- Convolution :

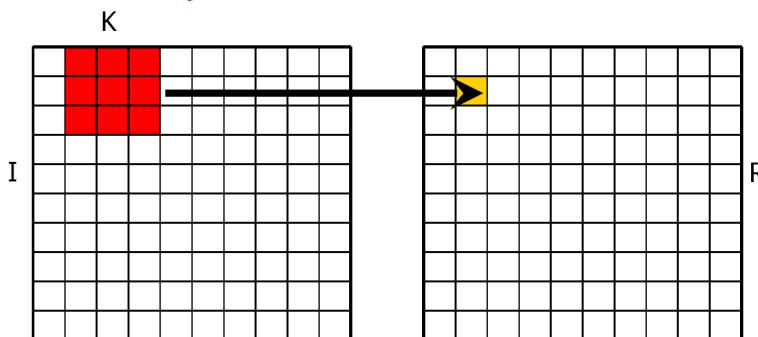
Convolution numérique $R=I*K$



Traitement d'image

- Convolution :

Convolution numérique $R=I*K$

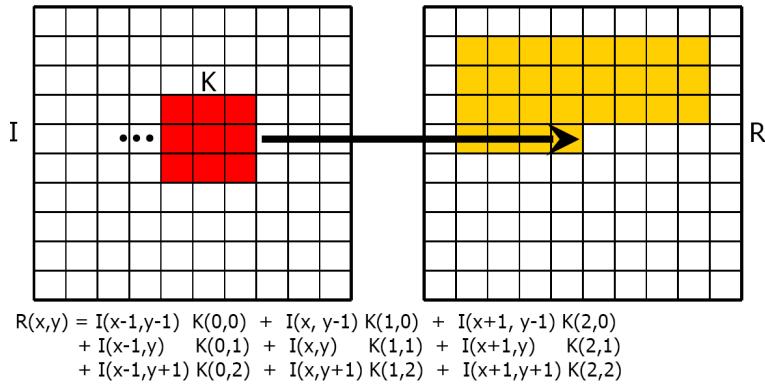


$$R(2,1) = I(1,0) K(0,0) + I(2,0) K(1,0) + I(3,0) K(2,0) \\ + I(1,1) K(0,1) + I(2,1) K(1,1) + I(3,1) K(2,1) \\ + I(1,2) K(0,2) + I(2,2) K(1,2) + I(3,2) K(2,2)$$

Traitement d'image

- Convolution :

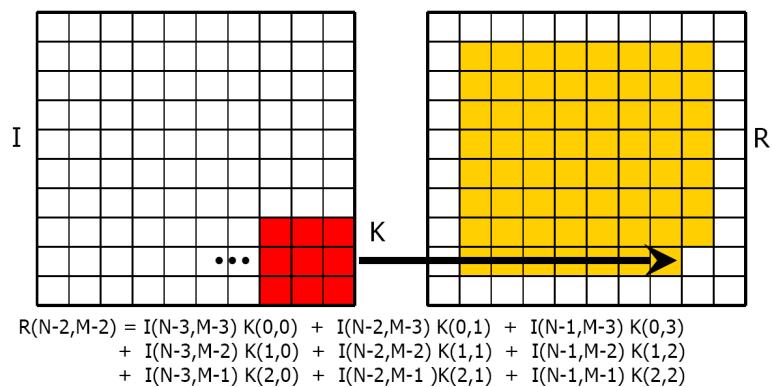
Convolution numérique $R=I*K$



Traitement d'image

- Convolution :

Convolution numérique $R=I*K$



Traitement d'image

- Convolution :

Convolution numérique R=I*K

- Problème : Que faire avec les bords de l'image ?

- Mettre à zéro (0)
- Convolution partielle
 - Sur une portion du noyau
- Miroir de l'image
 - $f(-x,y) = f(x,y)$
- ... (pas de solution miracle)

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?									?
?									?
?									?
?									?
?									?
?									?
?									?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Traitement d'image

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial

- **Filtres passe-bas**

- Atténue le bruit et les détails (basses fréquences)
➔ lissage



- **Filtres passe-haut**

- Accentue les détails et les contours (hautes fréquences)
➔ accentuation

Traitements d'images

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : filtre moyenneur

- C'est un filtre qui remplace la valeur de chaque pixel par la valeur moyenne de ses voisins. La taille du filtre détermine ces voisins.
- L'application de ce filtre sur une image permet :
 - Lisser l'image (smoothing)
 - Réduire le bruit
 - Brouiller ou rendre l'image floue (blur edges)
 - Réduire les détails non-importants
- C'est un filtre avec des coefficients constants :

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25

Traitements d'images

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : filtre moyenneur

Exemple :

141	158	174	160	158
184	90	205	196	194
175	129	113	123	154
180	190	202	206	200
168	100	163	147	110

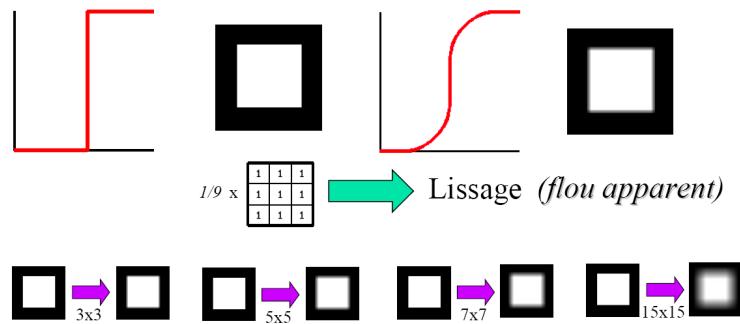
$$\frac{(141 + 158 + 147 + 184 + 90 + 205 + 175 + 129 + 113)}{9}$$

152				

Traitement d'image

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : filtre moyenneur

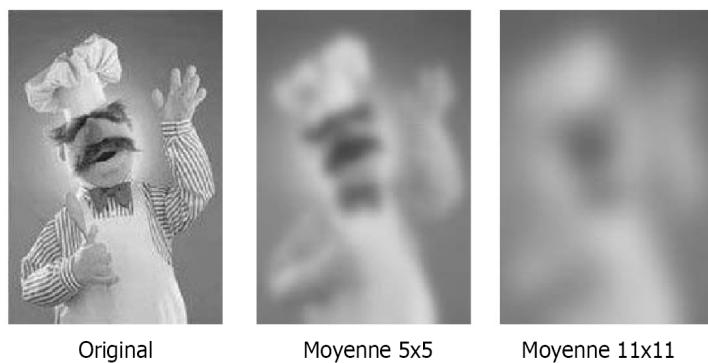


Plus le filtre grossit, plus le lissage devient important et plus le flou s'accentue !

Traitement d'image

- Filtrage d'image :

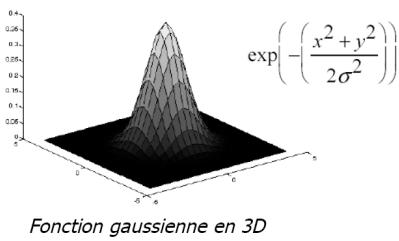
Filtrage spatial : filtre moyenneur exemple



Traitements d'images

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : filtre Gaussien



Fonction gaussienne en 3D

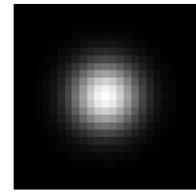


Image d'une gaussienne

Le filtre gaussien donnera un meilleure lissage et une meilleure réduction du bruit que le filtre moyenne

$$\frac{1}{98} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 6 & 8 & 6 & 2 \\ 3 & 8 & 10 & 8 & 3 \\ 2 & 6 & 8 & 6 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Traitements d'images

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : filtre Gaussien exemple



Original



Gauss 5x5



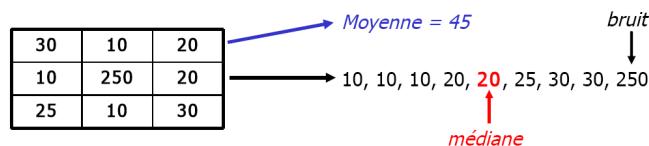
Gauss 11x11

Traitemet d'image

- Filtrage non linéaire:

Filtrage spatial : filtre Médian

- Pour nettoyer le bruit dans une image, il existe mieux que le **filtre moyenneur** ou le **filtre gaussien**
- Il s'agit du **filtre médian**
- C'est un filtre non-linéaire, qui ne peut pas s'implémenter comme un produit de convolution
- On remplace la valeur d'un pixel par la valeur médiane dans son voisinage NxN



Traitemet d'image

- Filtrage non linéaire:

Filtrage spatial : filtre Médian

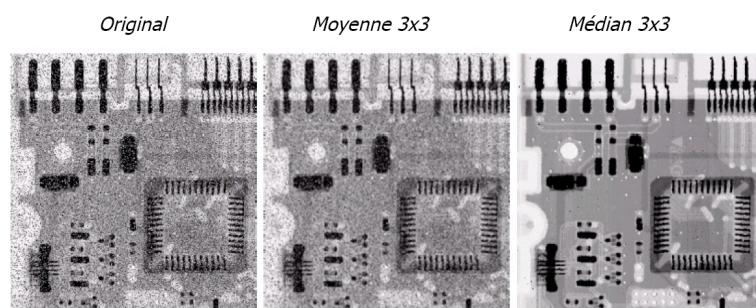


FIGURE 3.37 (a) X-ray image of circuit board corrupted by salt-and-pepper noise. (b) Noise reduction with a 3×3 averaging mask. (c) Noise reduction with a 3×3 median filter. (Original image courtesy of Mr. Joseph E. Pascente, Lixi, Inc.)

Traitemet d'image

- Filtrage d'image :

Filtrage spatial : comparaison filtre médian et moyenur

