

Introduction

Filtrage

Filtre linéaire (Lissage)

Moyenueur

Filtre Gaussien

Filtre non linéaire

Filtre médian

Filtre min/max

Rehaussement de contraste

Par convolution

Par LUT

Egalisation

Recadrage de la dynamique

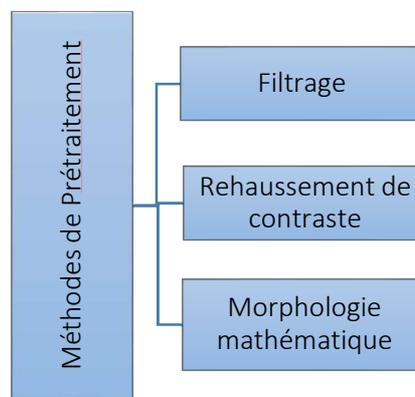
Conclusion

Chapitre 3 :

Méthodes de Prétraitement

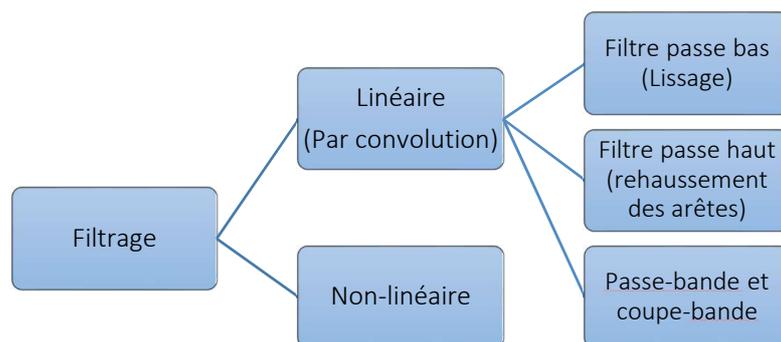
3.1 Introduction

Une image peut être de mauvaise qualité. Dans ce cas, on doit utiliser des méthodes de prétraitement pour corriger les différentes anomalies. Les méthodes de prétraitement dépendent de la nature de dégradation de l'image. Généralement, on peut distinguer les classes de prétraitement suivantes :



3.2 Filtrage

Les méthodes de filtrage permettent d'accentuer les attributs où d'atténuer le bruit. Elles sont de deux types : linéaire et non linéaire.



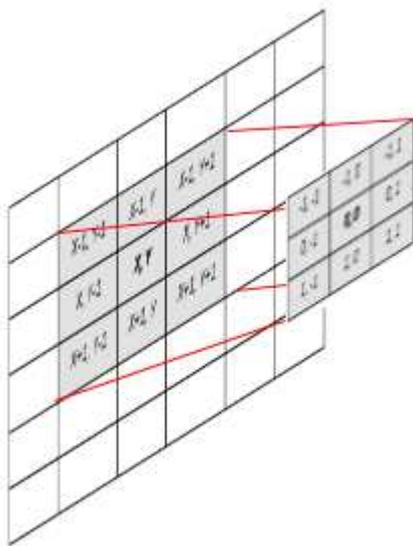
3.2.1. Filtrage linéaire (Lissage)

a. Convolution

Le filtrage linéaire plus particulièrement le lissage se base sur un opérateur appelé la convolution. Formellement la convolution s'exprime par:

$$g(x,y) = I(x,y) \otimes K(x,y) = \sum_i \sum_j I(x+i, y+j)k(i,j)$$

Où k est le masque ou le noyau plus connu sous terme en anglais « kernel ». La dimension d'un kernel est impaire (3, 5, 7 ...etc.)



$$\begin{aligned}
 g(x,y) = & I(x-1, y-1) \times k(-1,-1) \\
 & + I(x-1, y) \times k(-1,0) \\
 & + I(x-1, y+1) \times k(-1,1) \\
 & + I(x, y-1) \times k(0,-1) \\
 & + I(x, y) \times k(0,0) \\
 & + I(x, y+1) \times k(0,1) \\
 & + I(x+1, y-1) \times k(1,-1) \\
 & + I(x+1, y) \times k(1,0) \\
 & + I(x+1, y+1) \times k(1,1)
 \end{aligned}$$

Fig.1 Opération de convolution

Le problème avec la convolution est le traitement de la bordure. En effet, si on place le kernel sur les bordures on aura un débordement. Ce phénomène est appelé effet de bord. La figure2 illustre très bien ce problème.

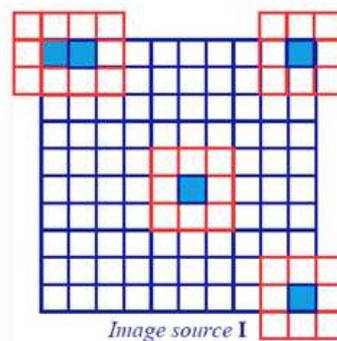


Fig.2 Effet de bord

Trois solutions sont possibles pour éviter l'effet de bord :

- 1 Bord non traité : aucun traitement n'est appliqué. L'image résultat **g** aura une dimension inférieure à la dimension de l'image source **I**.
- 2 Zero-padding : deux stratégies sont possibles
 - a. **g**-padding : dans ce cas on affecte des zéros aux lignes et colonnes de bordure de l'image résultat **g** pour lui donner la même dimension de l'image source **I**.
 - b. **I**-padding : on ajoute à l'image **I** des bordures égales à zéro. Les valeurs du signal en dehors de l'image sont égales à zéro.
- 3 Symétrie : les valeurs du signal en dehors de l'image sont obtenues par symétrie (effet miroir).

b. Lissage

Le lissage consiste à appliquer une convolution avec un kernel de lissage à l'image source afin d'améliorer sa qualité.

- Lissage par moyennage :

Le moyennage est un lissage en utilisant un kernel dont tous les coefficients sont égaux à la valeur un (1). Par exemple, un moyennage (3x3) a la forme suivante :

$$k = \frac{1}{9} \times \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Le moyennage est appliqué pour atténuer le bruit dans une image. Cependant, il ajoute l'effet de flou à l'image. Plus la dimension du moyennage est grande plus l'effet du flou est important.

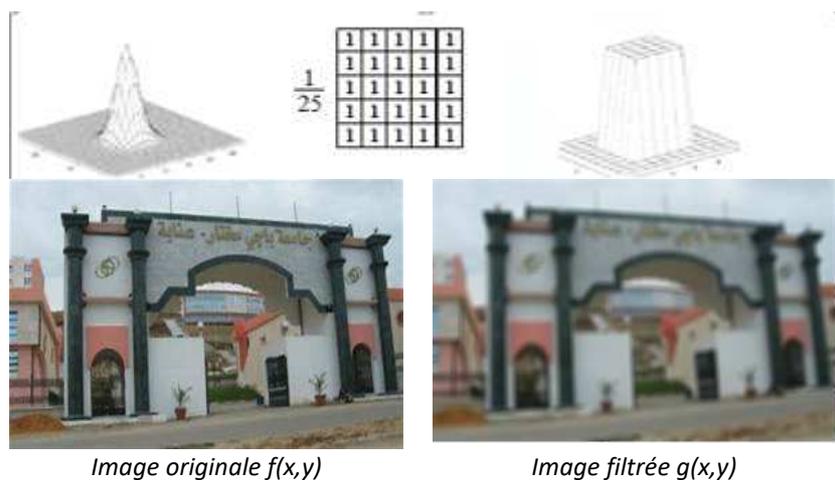


Fig.3 Exemple de lissage par moyonnage

- Lissage Gaussien :

Le noyau gaussien est défini par un ensemble de coefficients qui sont des échantillons de la gaussienne 2D donnée par la formule :

$$k(i, j) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{i^2+j^2}{2\sigma^2}}$$

La largeur du filtre est guidée par la valeur de l'écart-type σ .

- Si σ est très petite le lissage n'a presque pas d'effet
- Plus σ est grand, plus on réduit le bruit, mais plus l'image filtrée est floue

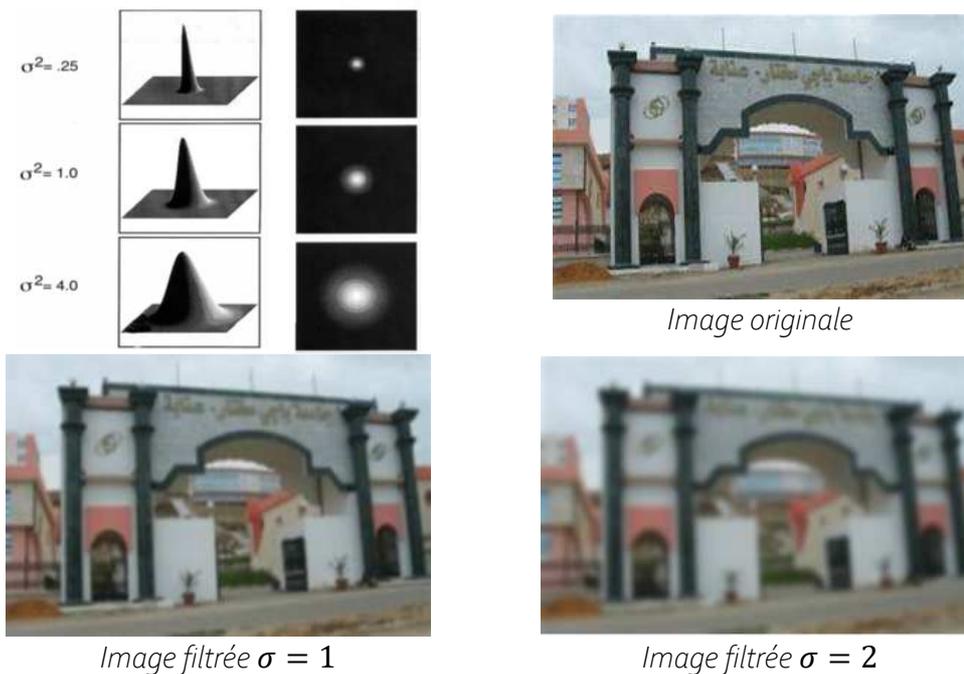


Fig.4 Influence de l'écart type sur le kernel Gaussien

3.2.2. Filtrage non-linéaire

Le filtrage non-linéaire n'applique pas l'opération de convolution. Selon le principe qu'il adopte on distingue deux stratégies de filtrage non-linéaire

- Filtre médian :

Le filtre médian considère une fenêtre F de taille impaire $n \times n$ (3×3 , 5×5 , ...). Le pixel à traiter est le pixel central de la fenêtre F . Il trie les intensités de F en ordre décroissant. Par la suite, il remplace la valeur du pixel central par la valeur médian. La figure 5 présente un exemple numérique.

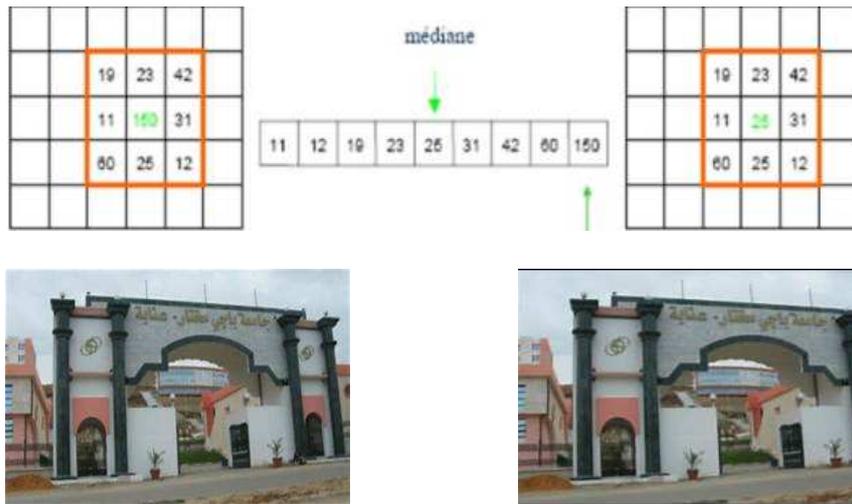


Fig.5 Exemple de filtrage médian

Un des avantages du filtre médian est sa capacité de préserver les contours.

- **Filtre Min/Max :**

Comme le filtre médian, le filtre max/min considère une fenêtre F de taille impaire $n \times n$. Le pixel à traiter est le pixel central de la fenêtre soit I_c son intensité. Le filtre commence par calculer l'intensité max et l'intensité min parmi les pixels de la fenêtre sauf pour le pixel à traiter. Deux cas de figure se présentent :

- Si $\min < I_c < \max$ alors maintenir le pixel
- Sinon $I_c = \min$ (ou $I_c = \max$).

Par exemple, dans la figure 6 pour la fenêtre centrale on aura

- $\min=90 < I_c=208 < \max=198$ est faux $\rightarrow I_c=90$ pour Min approche
- $\min=90 < I_c=208 < \max=198$ I_c est faux $\rightarrow I_c=198$ pour Max approche

123	143	122	167	90	171	200
70	72	75	78	254	212	199
122	134	90	93	123	128	112
156	157	167	208	198	190	80
123	110	129	135	145	126	85
130	123	125	124	156	176	90
105	101	90	80	78	67	57



Image originale



Image filtrée Min



Image filtrée Max

Fig.6 Exemple de filtrage min/max

3.3 Rehaussement de contraste

Le contraste est la différence en niveaux de gris (ou valeurs d'éclairement) pour une région de l'image. Il peut être représenté par :

1. Valeurs de contraste: $G_{\min} < I(x, y) < G_{\max}$
2. Plage de contraste: $G_{\max} - G_{\min}$
3. Rapport de contraste : G_{\max} / G_{\min}

On appelle dynamique : l'intervalle $[a, b]$ où a et b sont respectivement les niveaux de gris minimal et maximal présents dans l'image.

Dynamique d'une image $D = [val_{\min}, val_{\max}]$

Le but du rehaussement de contraste est de manipuler l'échelle de niveaux de gris afin d'améliorer la plage dynamique. Une transformation permet de modifier la valeur de chaque pixel afin d'obtenir une nouvelle image de même taille mais ayant des propriétés plus intéressantes.

3.3.1. Rehaussement de contraste par convolution

Le rehaussement de contraste par convolution applique l'opérateur de convolution en utilisant des masques bien spécifiques :

Masque 1			Masque 2		
-1/6	-2/3	-1/6	-1/6	-1/3	-1/6
-2/3	26/6	-2/3	-1/3	26/6	-1/3
-1/6	-2/3	-1/6	-1/6	-1/3	-1/6

Fig.7 Masque de convolution pour un rehaussement de contraste

3.3.2. Rehaussement de contraste par table de conversion LUT (Look Up Table)

Une table de conversion encore appelée LUT (Look Up Table), est une table qui à tout niveau d'intensité (de 0 à 255) fait correspondre un autre niveau (dans la plage 0-255). Il s'agit donc d'une transformation de niveaux : $j = \text{Transfo}(i)$. Le principe est :

- parcourir les pixels de l'image
- pour chaque pixel (i, j)
 - lire la valeur x
 - remplacer x par $\text{Transfo}(x)$

Deux techniques pour concevoir LUT

- une table de correspondance.
- une fonction injective.

1.3.2. Rehaussement de contraste par égalisation

L'égalisation (ou linéarisation) de l'histogramme consiste à équilibrer le mieux possible la distribution des pixels dans la dynamique. Le but est, à partir d'une image initiale, de construire une nouvelle image dans laquelle tous les niveaux auront la même fréquence de manière exacte ou approchée. Dans le premier cas, on dira que l'histogramme de la nouvelle image est "plat". Dans le second cas, on dira qu'il est égalisé.

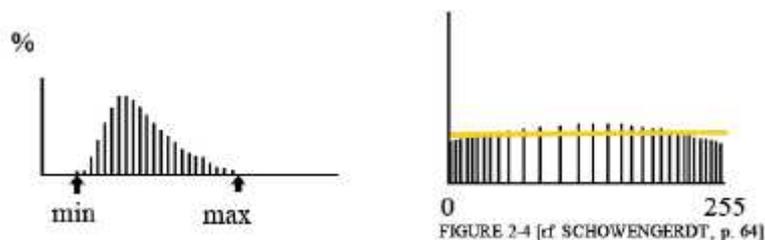


Fig.8 Effet de l'égalisation sur un histogramme

L'égalisation permet la transformation des niveaux de gris afin d'équilibrer le mieux possible la distribution de pixels dans la dynamique. Elle cherche à obtenir un histogramme cumulé qui doit être le plus linéaire possible comme l'exemple de la figure 9.

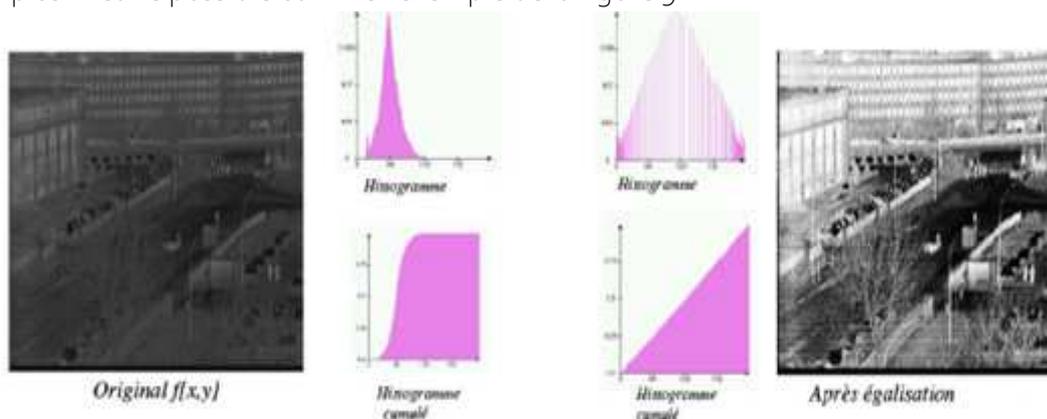


Fig.9 Exemple d'égalisation

L'algorithme d'égalisation pour une image en niveau de gris est:

1. Calcul de l'histogramme $h(k)$ avec $k \in [0, 255]$
2. Histogramme cumulé $C(k) = \sum_{i=1}^k (h(i))$
3. Transformation des niveaux de gris de l'image

$$I'(x, y) = \frac{C(I(x, y)) * 255}{N}$$

avec C: histogramme cumulé et N: dimension de l'image

L'algorithme d'égalisation pour une image couleur est:

1. Transformer l'image couleur en image en niveau de gris
2. Calculer l'histogramme de l'image en niveau de gris
3. Calculer l'histogramme cumulé de l'image en niveau de gris
4. Appliquer l'égalisation de l'histogramme pour chaque composante couleur de l'image couleur

1.3.2. Rehaussement de contraste par recadrage de la dynamique

Expansion dynamique ou recadrage dynamique est l'augmentation du contraste par étirement d'histogramme. Elle consiste à appliquer une transformation des niveaux de gris de telle sorte que l'image utilise toute la dynamique (entre 0 et 255). Cette transformation est possible par application de :

$$I'(i,j) = \frac{255}{max - min}(I(i,j) - min)$$

Si la dynamique est déjà maximale, la transformation n'apporte aucun changement. Dans le cas contraire, une amélioration de la qualité de l'image est visible comme on peut le voir dans la figure 10.

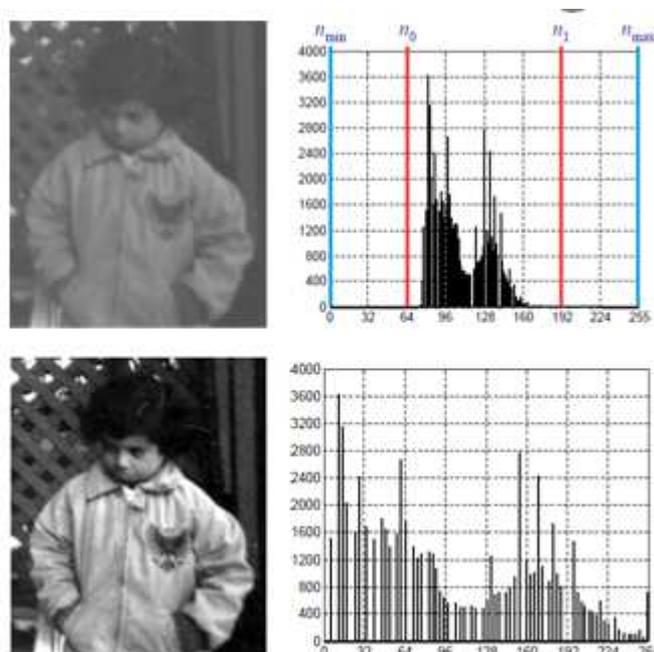
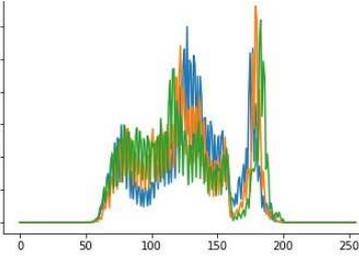
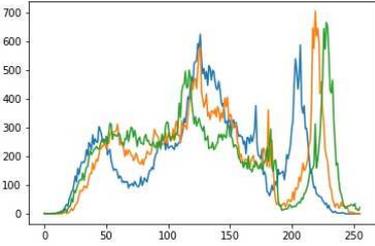
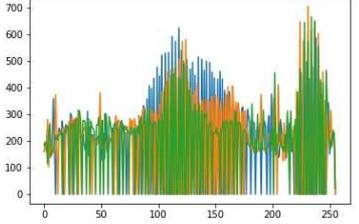
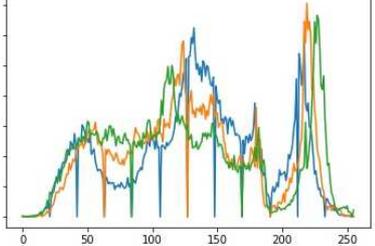


Fig.10 Exemple de recadrage de la dynamique

Tableau 1: Exemple de rehaussement de contraste

Effet	Image	Histogramme
Image avec mauvais contraste		
Rehaussement de contraste par convolution		
Rehaussement de contraste par égalisation		
Rehaussement de contraste par recadrage dynamique		

3.4 Conclusion

Les méthodes de prétraitement de l'image permettent d'améliorer la qualité de l'image en réduisant le bruit ou en rehaussant le contraste. Ce chapitre, a présenté les méthodes classiques de lissage et de rehaussement de contraste.