

LE TRAITEMENT D'IMAGES

- LE BRUIT -

Jonathan Fabrizio

<http://jo.fabrizio.free.fr>

Le bruit

Modélisation
Débruitage

Modélisation

- Amélioration vs restauration
- Modèle de dégradation
(dans le domaine spatial) :
 - $I_{\text{deg}} = h * I_{\text{ori}} + n$
 - $h \rightarrow$ la dégradation (optique, flou...)
 - $n \rightarrow$ le bruit (bruit additif)

Partie 1 : Le bruit

- Le bruit : $I_{\text{deg}} = h * I_{\text{ori}} + n$
 - Gênant tant pour le côté esthétique que pour les traitements => Il faut donc réduire ce bruit
- Réduction de bruit :
 - Estimation ?
 - Connaissances à priori ou pas ?
 - Réduction :
 - Sans dégrader le signal...

Le bruit

- Ici bruit additif
 - Fonction de répartition peut varier :
 - Gaussienne, Impulsion, périodique...

Le bruit : estimation

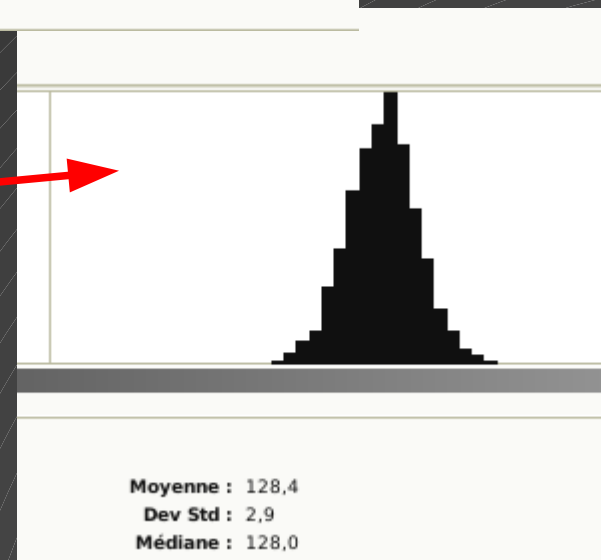
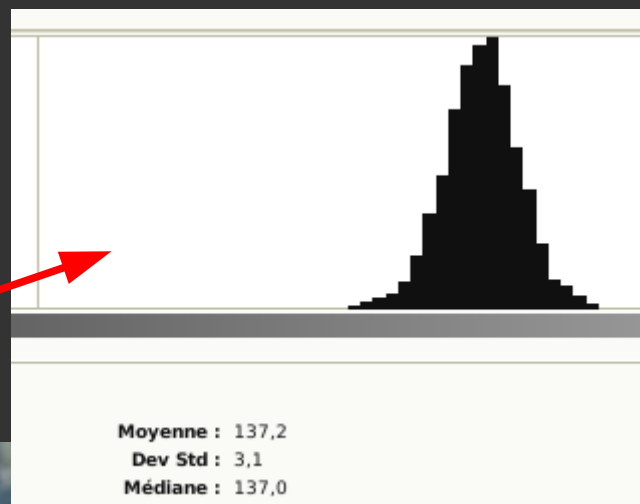
- Estimation
 - Soit le capteur est connu :
 - Photos d'une zone bien homogène dans de bonnes conditions d'éclairement
 - Soit le capteur pas connu :
 - Analyse de quelques zones

Le bruit : estimation

- Estimation



Le bruit : estimation



Le bruit : réduction

- Revisite des filtres classiques
 - Mean filter
 - Arithmetic mean
 - Geometric mean
 - Harmonic mean
 - ...
 - Median + variantes
 - Midpoint, alpha-trimmed...
 - Adaptative
 - Gaussien selectif
 - ...

Le bruit : réduction

- Approche par ondelette
 - L'image $f(n)$ est bruité par $q(n)$:
 - $g(n) = f(n) + q(n)$
 - L'estimation de la correction :
 - $F_c = W^{-1} T_\lambda W g$
 - $T_\lambda p(y) = p(y)$ si $|p(y)| > \lambda$, 0 sinon
 - $T_\lambda p(y) = p(y) + /-\lambda$ si $|p(y)| > \lambda$, 0 sinon



Ondelette de Haar
Source : wikipedia

Le bruit : réduction

- Approche par ondelettes

Image source



Image bruitée

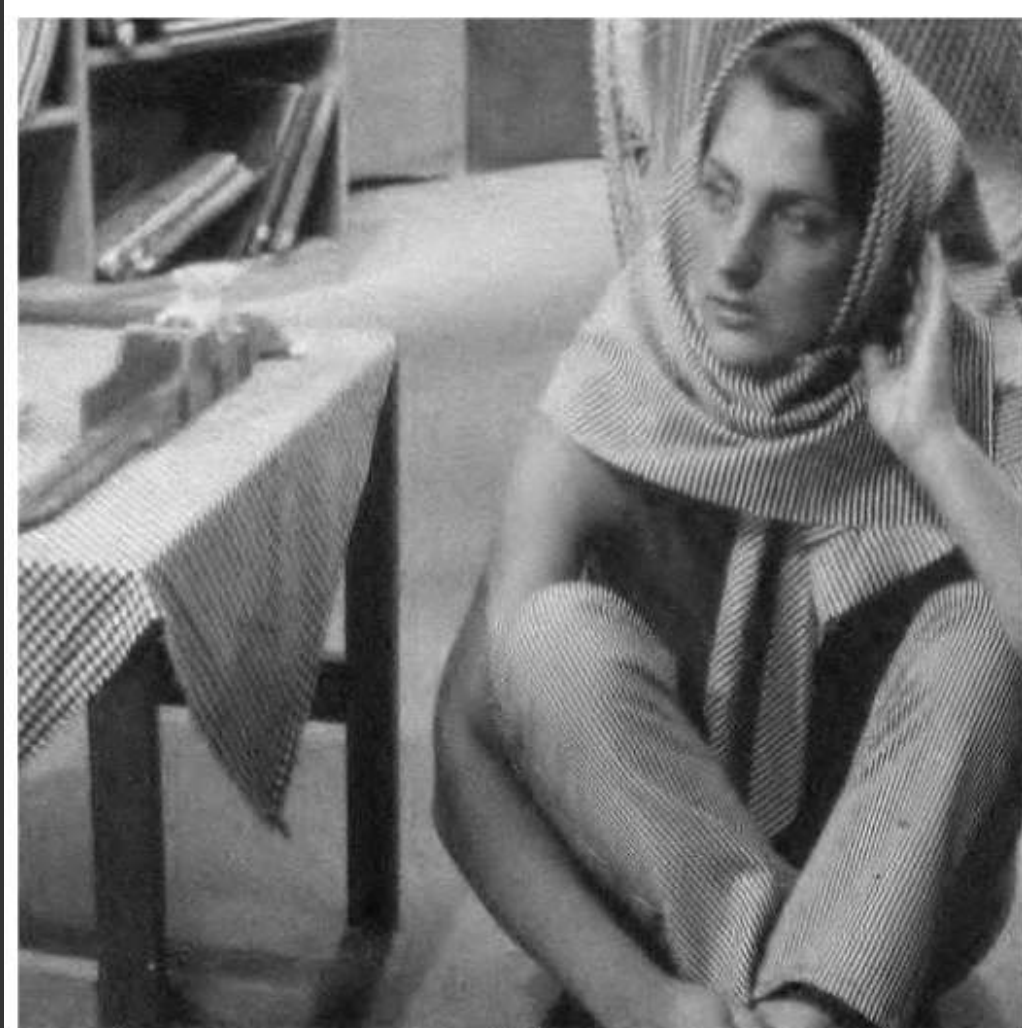


Le bruit : réduction

Source : Wavelet Denoising for Image Enhancement

Dong Wei - SBC Laboratories

- Approche par ondelettes - résultats :



Le bruit : réduction

- ToS

Le bruit : réduction

- NLMeans
 - Au lieu de faire la moyenne sur un voisinage, on cherche des patches ressemblants :



Le bruit : réduction

- Résultats :

Source : Non-Local Means Denoising
Antoni Buades, Bartomeu Coll, Jean-Michel Morel



Le bruit : réduction

- Dégradations périodiques



Source : ?

Le bruit : réduction

- Dégradations périodiques



Source : ?



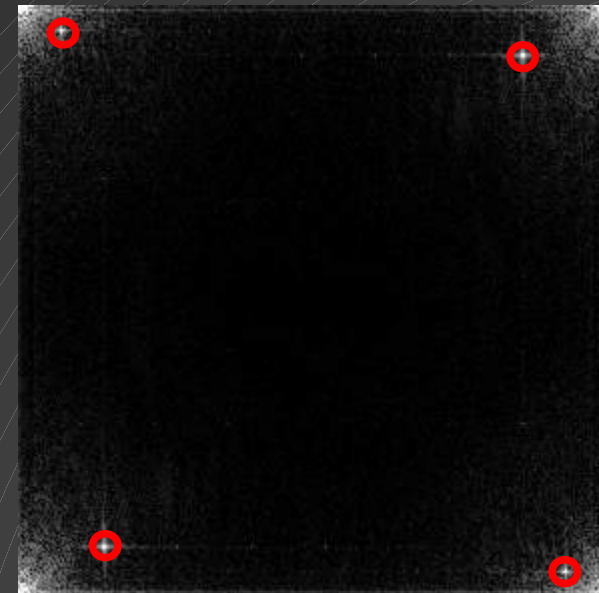
Spectre (éclairci)

Le bruit : réduction du bruit périodique

- Dégradations périodiques



Source : ?



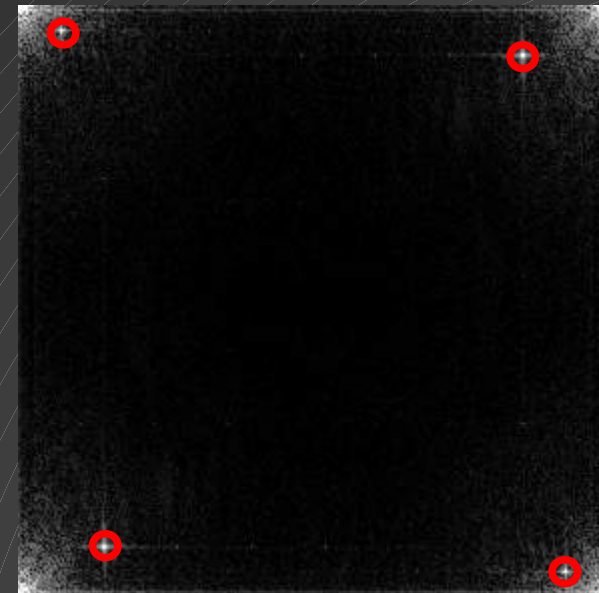
Spectre (éclairci)

Le bruit : réduction du bruit périodique

- Dégradations périodiques :



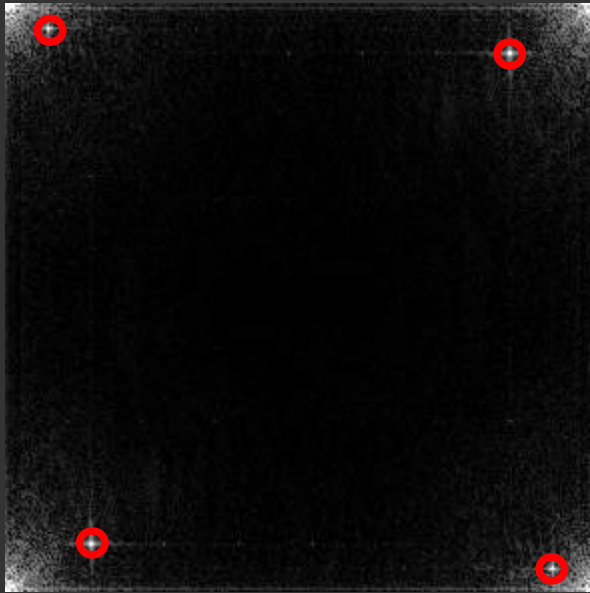
Source : ?



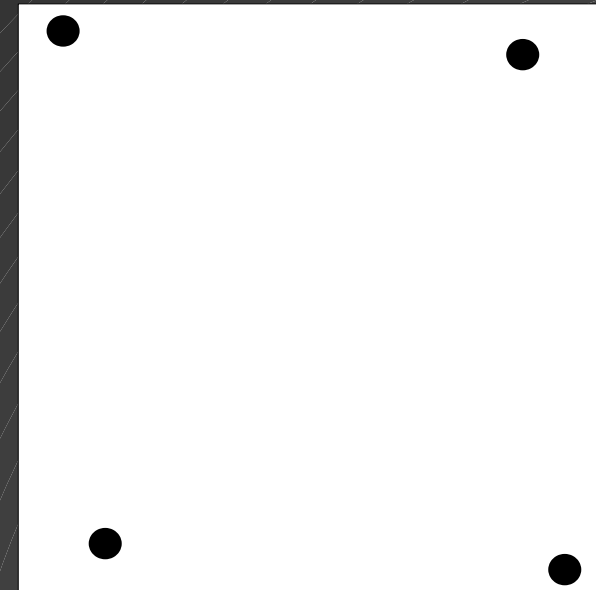
Spectre (éclairci)

Le bruit : réduction du bruit périodique

- Définition du filtre :



Spectre (éclairci)

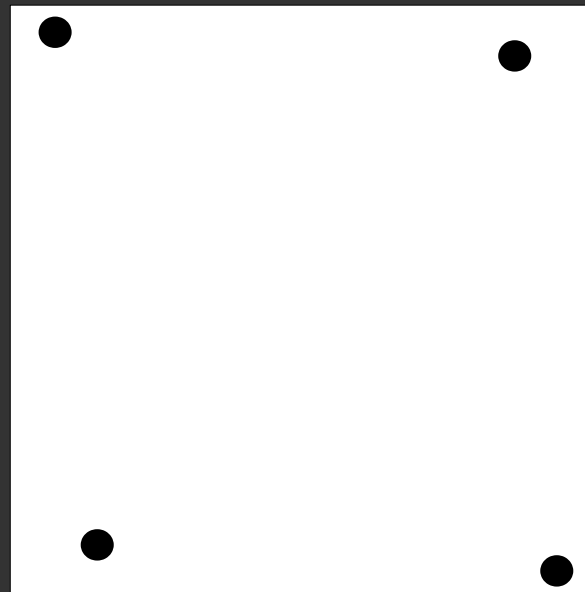


Filtre

Le bruit : réduction du bruit périodique

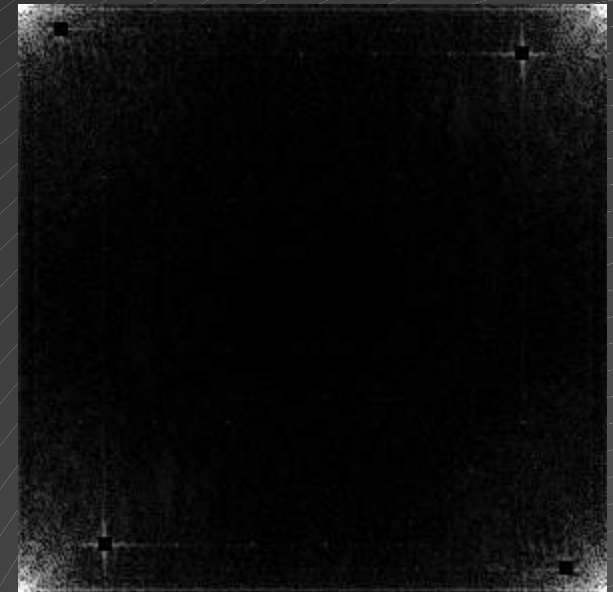


x

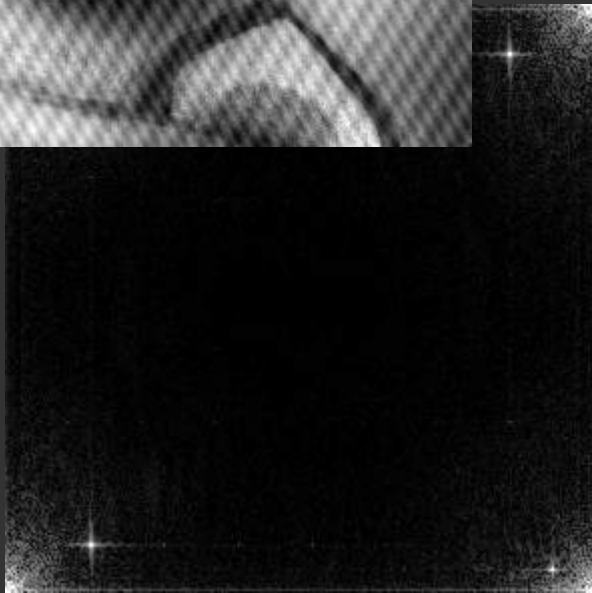


Filtre

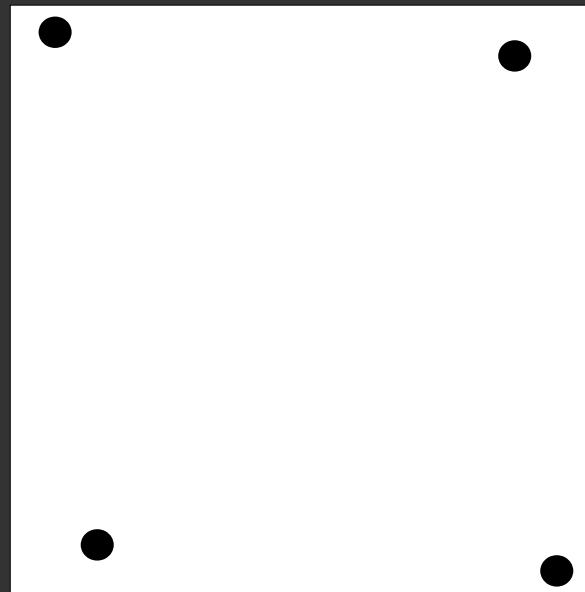
=



réduction du bruit périodique



x



Filtre

=



Le bruit : réduction du bruit périodique

- Différence :



-



=



Partie 2 : La partie convolutionnelle

- Le bruit : $I_{\text{deg}} = h * I_{\text{ori}} + n$
 - Dégradations convolutionnelles comme du flou de bougé
- Réduction \Rightarrow déconvolution :
 - Blind deconvolution : Seul I_{deg} connu
 - Non-Blind deconvolution : I_{deg} et h sont connus

Partie 2 : La partie convolutionnelle

- Dégradation :
 - $g = h * f + n$
- Passage en fréquentiel :
 - $G(u,v) = H(u,v)F(u,v) + N(u,v)$
- Estimation de F (l'image non bruitée) :
 - On a envie de dire : $g = h * f$ d'où une solution « facile » :
 - $F_e(u,v) = G(u,v)/H(u,v)$
 - Toutefois, il y a le bruit additif :
 - $F_e(u,v) = F(u,v) + N(u,v)/H(u,v)$

Quand $H \rightarrow 0$, $N/H \rightarrow \infty$
=> Limiter le support.

Partie 2 : La partie convolutionnelle

- Dégradation :
 - $g = h * f + n$
 - $h \rightarrow$ point spread function (PSF)
- Solution : $F_e(u,v) = F(u,v) + N(u,v)/H(u,v)$
 - h/H connu ou pas ?

Partie 2 : La partie convolutionnelle

Filtre de Wiener :

- Mean square error entre f et f_e : $e = E[(f - f_e)^2]$
- On cherche W tel que :
 - $1/NM E[|F - WFe|^2]$ soit min
 - $F_e = WG = WHF + WN$
 - $F - F_e = (1 - WH)F - WN$
 - $e = 1/NM \text{ Sum Sum } |(1 - WH)F - WN|^2$
- Expression en fréquentiel de f_e (en fonction de H) en dérivant e en fonction de W

$$F_e = \left[\frac{1}{H} \frac{|H|^2}{|H|^2 + \frac{|N|^2}{|F|^2}} \right] G$$

Partie 2 : La partie convolutionnelle

- Filtre de Wiener :

$$w = \left[\frac{H^c}{|H|^2 + \frac{|N|^2}{|F|^2}} \right]$$

- Problème $|N|^2/|F|^2$ pas connu \rightarrow mais considéré constant K

Dégradation

- Comment déterminer H ?
 - Faire une image d'une impulsion → détermine entièrement H
 - Analyser une image et essayer de déterminer sur des frontières ou des impulsions la réponse H .
 - Modéliser la dégradation (flou de bougé...)
- Très difficile la plupart du temps

Quantification des résultats

- Rapport signal sur bruit SNR :
 - $\text{Sum } |F(u,v)|^2 / \text{Sum } |N(u,v)|^2$
- Mean Square Error MSE entre l'image et l'estimation
 - $1/N \text{ Sum } (f(x,y) - fe(x,y))^2$
 - Note : $\text{SNR} = \text{Sum } (fe(x,y))^2 / \text{MSE}$

Conclusion

- Restauration, amélioration
 - Difficile dans le cas général

Le bruit

Fin