

# [HAI927I] Projet Image - Compte Rendu n°2

## Projet #12.3 : Débruitage d'images

### 1. Etat de l'art sur le débruitage

Une image est une matrice en 2 dimensions où chaque élément est encodé sur 1 ou 3 octets.

Les deux plus grandes limitations concernant la précision de l'image sont :

- Le flou : cette limitation dépend du système d'acquisition de l'image comme la qualité de la lentille ou une mauvaise mise au point de l'objectif.
- Le bruit

Les éléments d'une image sont appelés pixels et sont le résultat d'une mesure d'une intensité lumineuse décrite par le nombre de photons reçus. Malheureusement, cette mesure peut être influencée par plusieurs paramètres comme la température des capteurs. En effet, si ces capteurs sont trop chauds alors ils reçoivent des photons de "chaleur parasite". De plus, les éléments d'une image peuvent être modifiés lors de leur transmission dans un réseau en présence de bruit.

Une image bruitée est vu comme :  $v = u + n$

où  $v$  est l'image bruitée, l'image observée

$u$  est la "vraie" image, l'image de la scène prise en photo sans bruit

$n$  est le bruit présent sur l'image

Le but du débruitage d'une image est d'obtenir  $u$  en estimant au mieux  $n$ .

Pour estimer la qualité d'un débruitage d'une image, nous avons besoin de la "vraie" image  $u$  et de la fonction SNR ( Signal to Noise Ratio ) ( en plus de l'image bruitée  $v$  ). Cette fonction se définit comme le rapport entre l'écart type de  $u$  et l'écart type de  $v$ . On juge qu'un SNR de 20 est une bonne valeur. Elle signifie que le bruit est quasiment invisible.

On peut donc juger l'efficacité d'une méthode de débruitage en prenant une image sans bruit  $A$ , la bruite pour obtenir  $B$ , débruiter  $B$  afin d'obtenir  $C$  et calculer le SNR entre  $A$  et  $C$ .

Une bonne méthode de débruitage respecte ces règles :

- Les endroits où il y a peu de variations doivent être lisses
- Les bords doivent être protégés contre ce lissage
- Les textures doivent être préservées
- Des artefacts ne doivent pas être générés

Chaque méthode de débruitage dépend d'un paramètre de filtrage  $h$  tel que :

$$v = Dhv + n(Dh, v)$$

où  $Dhv$  est plus lisse que  $v$

$n(Dh, v)$  est le bruit estimé par la méthode

Plusieurs méthodes ont été mises au point pour débruiter une image :

- Le lissage Gaussien ( Gaussian smoothing model )
- Le filtrage anisotropique ( anisotropic filtering model )
- La variation totale de Rudin-Osher-Fatemi ( ROF total variation model )
- Les filtres sur le voisinage de Yaroslavsky ( Yaroslavsky neighborhood filters )
- Le filtre empirique local de Wiener ( Wiener local empirical filter )
- Le seuillage de la transformée en ondelettes ( translation invariant wavelet thresholding )
- La méthode discrète universelle débruitage ( DUDE )
- Le filtrage non supervisé à information théorique adaptative ( UINTA )
- L'algorithme "non local means" ( NL-means )
- L'apprentissage profond avec des réseaux de neurones convolutifs ou récurrents

## 2. Bruitage d'images

Il existe deux types de bruits sur des images : le bruit de chrominance (composante colorée des pixels bruités) et le bruit de luminance (composante lumineuse des pixels bruités).

Différents types d'algorithmes existent pour bruitez des images, certains sont même souvent utilisés pour tester au mieux les algorithmes de débruitage. En voici quelques uns :

- Le bruit Gaussien : c'est un bruit souvent utilisé car il est très répandu et simule un bruit aléatoire pouvant être présent dans beaucoup de situations réelles. Il utilise la fonction de densité de probabilité de loi gaussienne utilisant une moyenne et un écart-type, des nombres aléatoires et un nombre d'itérations pour modifier les valeurs des pixels dans l'image
- Le bruit impulsif : ce bruit peut être généré par des perturbations électromagnétiques transitoires ainsi que par de la poussière ou des piqûres sur les images photographiques. Il consiste à diviser par deux la valeur d'un pixel aléatoire un nombre de fois défini
- Le bruit de Poisson : c'est un bruit courant dans les images capturées avec des appareils photos à faible éclairage. Ce bruit est un bruit gaussien avec une moyenne et un écart-type égaux

- Le bruit Poivre et Sel : c'est un bruit qui ajoute des pixels noirs et blancs, cela simule des artéfacts similaires à ceux causés par des défauts matériels ou de transmission de données. Ce bruit remplace un certain pourcentage des pixels dans l'image par des pixels noirs ou blancs.
- Le bruit de Speckle : c'est un bruit courant dans les images radar, ultrasonore et d'imagerie médicale.
- Le bruit mixte : c'est un mélange de plusieurs types de bruits.

### 3. Débruitage d'images

On a plusieurs types d'algorithmes souvent utilisés dans le débruitage d'images.

On peut trouver :

- Le filtre Médian : idéal pour éliminer le bruit de type Poivre et Sel, c'est un algorithme qui va remplacer chaque pixel par la médiane des valeurs des pixels voisins.
- Le filtre Moyenneur : c'est un algorithme qui va remplacer chaque pixel par la moyenne des valeurs des pixels voisins.
- Le filtre Wiener : filtre utilisé pour supprimer le bruit d'une image en fonction des caractéristiques statistiques de l'image et du bruit. Il suit la formule suivante :

Dans cet algorithme, un pixel  $y$  dans l'image filtrée est dérivé d'un pixel  $x$  dans l'image d'entrée parasitée grâce à la transformation suivante :

$$y = \mu_x + (x - \mu_x) \frac{v_x}{v_x + v_n}$$

où  $\mu_x$  et  $v_x$  représentent la moyenne et la variance de  $x$  dans le voisinage du pixel (la taille du voisinage est fournie par les arguments  $win_h$  et  $win_w$  de la fonction) et  $v_n$  correspond à la variance du bruit supplémentaire, estimée à partir de l'image d'entrée. Chaque pixel dans la sortie correspond à la somme de la moyenne locale issue du

- Le filtre de déconvolution : c'est un algorithme qui essaie de restaurer l'image originale en inversant le processus de convolution responsable du bruit.
- Le filtre Bilatéral : préserve les contours tout en réduisant le bruit, il prend en compte la distance spatiale et la similitude des valeurs du pixel.
- Méthode de débruitage par seuillage : algorithme qui réduit les coefficients de transformations d'ondelettes ou de transformée de Fourier en dessous d'un certain seuil.
- Réseau de neurones convolutifs : on a notamment le DnCNN.

### 4. Test de site web de débruitage

On a réalisé plusieurs tests de débruitage sur des sites en utilisant une image bruitée avec le bruit Poivre et Sel.

Voici l'image utilisée :



- Site 1 : <https://imgupscaler.media.io/app/enhancer>

Image obtenue :



- Site 2 : <https://www.fotor.com/photo-editor-app/editor/ai/ai-enlarger>

Image obtenue :



- Site 3 : <https://myedit.online/en/photo-editor/denoise>

Image obtenue :



## 5. Algorithmes réalisés

Nous avons commencé à réaliser nos algorithmes de bruit.

Voici les résultats qu'on a obtenus :

- bruit Gaussien :

Notre fonction de bruit gaussien prend en paramètres une moyenne et un écart-type.

moyenne = 0, écart-type = 10



moyenne = 5, écart-type = 10



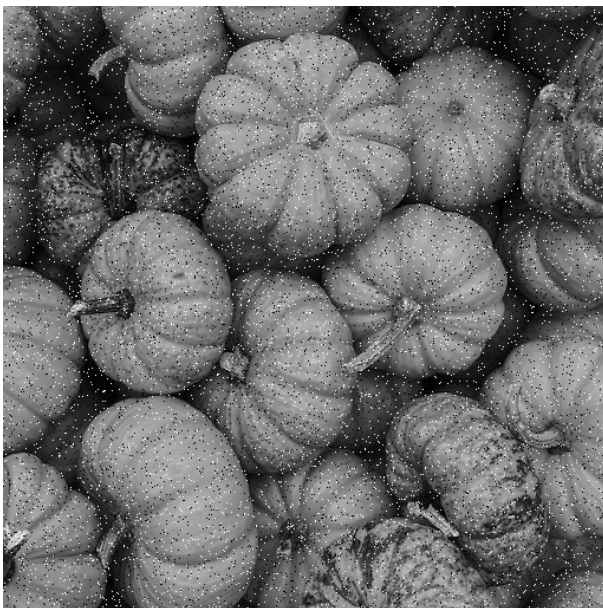
moyenne = 0, écart-type = 25



- bruit Poivre et Sel

Dans notre algorithme, on a un paramètre proportion qui est la proportion de bruit dans l'image.

proportion = 0.05

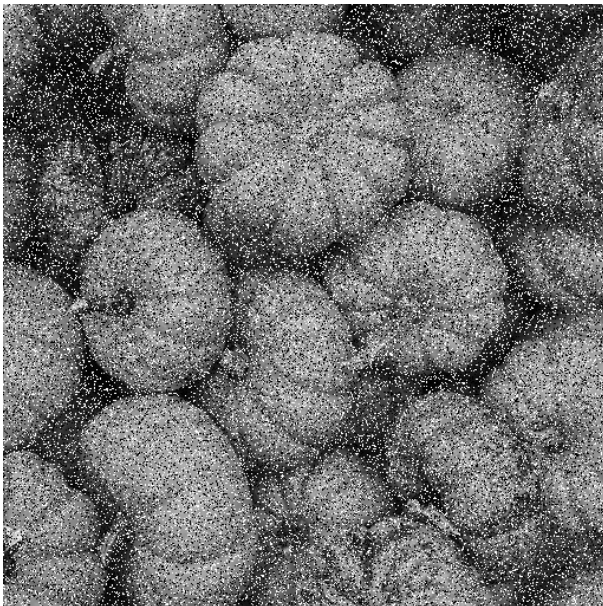


proportion = 0.1





proportion = 0.25



## 6. Objectifs de la semaine

Pour la semaine qui arrive, nous avons plusieurs objectifs :

- réaliser plus d'algorithmes de bruit (gris et/ou couleur)
- commencer l'implémentation d'algorithmes de débruitage

## 7. Sources et documentation

A review of image denoising algorithms, with a new one

<https://hal.science/hal-00271141/document>



Synthèse d'un signal ou d'une image bruité

<https://www.f-legrand.fr/scidoc/docmml/numerique/filtre/bruit/bruit.html#ref1>

Filtrage de Wiener

[https://support.ptc.com/help/mathcad/r9.0/fr/index.html#page/PTC\\_Mathcad\\_Help/wiener\\_filtering.html](https://support.ptc.com/help/mathcad/r9.0/fr/index.html#page/PTC_Mathcad_Help/wiener_filtering.html)

Filtrage Bilatérale Appliqué Sur Des Images Bruitées

<http://bib.univ-oeb.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/8071/1/MII-00043.pdf>

Débruitage par seuillage des coefficients d'ondelettes

[http://www.afriquescience.info/docannexe.php?id=2414#:~:text=Pour%20le%20d%C3%A9bruitage%20\(ou%20%22denoising,seuillage%20des%20coefficients%20d'ondelettes](http://www.afriquescience.info/docannexe.php?id=2414#:~:text=Pour%20le%20d%C3%A9bruitage%20(ou%20%22denoising,seuillage%20des%20coefficients%20d'ondelettes)

Gaussian smoothing

<https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/gsmooth.htm>

Image denoising based on wavelet thresholding and weiner filtering in the wavelet domain

<https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/joe.2019.0194>

+

<https://coliru.stacked-crooked.com/a/4009036332d8b37>

+

<https://www.cse.iitd.ac.in/~pkalra/csl783/haar.pdf>

+

[https://www.researchgate.net/profile/Shabanam-Tamboli-2/publication/328190353\\_IMAGE\\_COMPRESSION\\_USING\\_HAAR\\_WAVELET\\_TRANSFORM/links/5bbd99a192851c7fde376351/IMAGE-COMPRESSSION-USING-HAAR-WAVELET-TRANSFORM.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Shabanam-Tamboli-2/publication/328190353_IMAGE_COMPRESSION_USING_HAAR_WAVELET_TRANSFORM/links/5bbd99a192851c7fde376351/IMAGE-COMPRESSSION-USING-HAAR-WAVELET-TRANSFORM.pdf)

Image denoising ( KNN filter, Non local mean filter, NLM )

[https://wrfranklin.org/wiki/ParallelComputingSpring2015/cuda/nvidia/samples/3\\_Imaging/imageDenoising/doc/imageDenoising.pdf](https://wrfranklin.org/wiki/ParallelComputingSpring2015/cuda/nvidia/samples/3_Imaging/imageDenoising/doc/imageDenoising.pdf)

Bayesian inference for neighborhood filters with application in denoising

[https://www.cv-foundation.org/openaccess/content\\_cvpr\\_2015/papers/Huang\\_Bayesian\\_Inference\\_for\\_2015\\_CVPR\\_paper.pdf](https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2015/papers/Huang_Bayesian_Inference_for_2015_CVPR_paper.pdf)

Non-local means denoising

[https://www.ipol.im/pub/art/2011/bcm\\_nlm/?utm\\_source=doi](https://www.ipol.im/pub/art/2011/bcm_nlm/?utm_source=doi)

New image denoising algorithm via improved deep convolutional neural network with perceptive loss (MP-DCNN)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417419305111>