

Rapport : Floutage et défloutage d'images

Ali OKOU and Mathusan SELVAKUMAR

31 Mai 2024

1 Introduction

Le floutage d'images est un problème courant en photographie et en imagerie scientifique. Il peut être causé par divers facteurs tels que le mouvement de la caméra, la mise au point incorrecte, ou la diffusion de la lumière. La déconvolution est une technique utilisée pour inverser le processus de floutage et restaurer l'image originale. Parmi les nombreuses méthodes de déconvolution, l'algorithme de Richardson-Lucy est particulièrement populaire pour sa capacité à produire des résultats de haute qualité, même en présence de bruit.

2 Déconvolution de Richardson-Lucy

L'algorithme de Richardson-Lucy est une méthode itérative utilisée pour restaurer les images floues. Il est surtout utile dans les cas où le flou peut être modélisé par une fonction d'étalement du point (Point Spread Function, PSF). Cet algorithme maximise la probabilité que l'image résultante, lorsqu'elle est convoluée avec la PSF, soit une copie de l'image floue. Cette fonction peut être efficace lorsque vous connaissez la PSF mais peu le bruit additif de l'image.

2.1 Principe Mathématique

L'algorithme vise à résoudre l'équation de convolution suivante :

$$I = J * P \quad (1)$$

où I est l'image observée (floue), J est l'image à restaurer (non floue) et P est la PSF. La convolution est représentée par l'opérateur $*$.

L'objectif est de trouver J en maximisant la probabilité $P(I | J)$, qui est la probabilité de l'image observée étant donnée l'image à restaurer et la PSF.

2.2 Algorithme de Richardson-Lucy

L'algorithme de Richardson-Lucy procède de manière itérative comme suit :

Input: Image floue I , PSF P , nombre d'itérations n_it

Output: Image restaurée J

Initialiser $J_0 = I$;

for $n = 1$ **to** n_it **do**

 Convoluer J_n avec P pour obtenir une estimation floutée $I_{\text{estimée}}$;

$I_{\text{estimée}} = J_n * P$;

 Calculer le ratio de flou relatif $\text{Ratio} = \frac{I}{I_{\text{estimée}} + \epsilon}$;

 Convoluer ce ratio avec le miroir de la PSF;

 Correction = $\text{Ratio} * P_{\text{miroir}}$;

 Mettre à jour l'estimation $J_{n+1} = J_n \times \text{Correction}$;

end

return J_{n+1} ;

Algorithm 1: Richardson-Lucy Deconvolution

2.2.1 Initialisation

L'algorithme commence par une estimation initiale de l'image défloutée J_0 , souvent prise comme étant l'image observée I .

2.2.2 Convolution

À chaque itération, l'estimation actuelle J_n est convoluée avec la PSF P pour obtenir une estimation floutée $I_{\text{estimée}}$.

$$I_{\text{estimée}} = J_n * P \quad (2)$$

2.2.3 Ratio de flou relatif

Le ratio de flou relatif est calculé pour mesurer combien l'estimation floutée diffère de l'image observée.

$$\text{Ratio} = \frac{I}{I_{\text{estimée}} + \epsilon} \quad (3)$$

où ϵ est une petite constante pour éviter la division par zéro.

2.2.4 Correction de l'estimation

Ce ratio est ensuite convolué avec le miroir de la PSF P_{miroir} pour corriger l'estimation.

$$\text{Correction} = \text{Ratio} * P_{\text{miroir}} \quad (4)$$

2.2.5 Mise à jour de l'estimation

L'estimation est mise à jour en multipliant l'estimation actuelle par la correction obtenue.

$$J_{n+1} = J_n \times \text{Correction} \quad (5)$$

2.2.6 Explication de l'utilisation du miroir de la PSF

La convolution avec le miroir de la PSF est essentielle pour corriger l'estimation de l'image. Cette étape simule l'effet inverse de la convolution effectuée par la PSF initiale. De plus, elle s'assure de la symétrie dans la convolution, orientant correctement les mises à jour de l'image.

2.3 Résultats

2.3.1 Images Originales



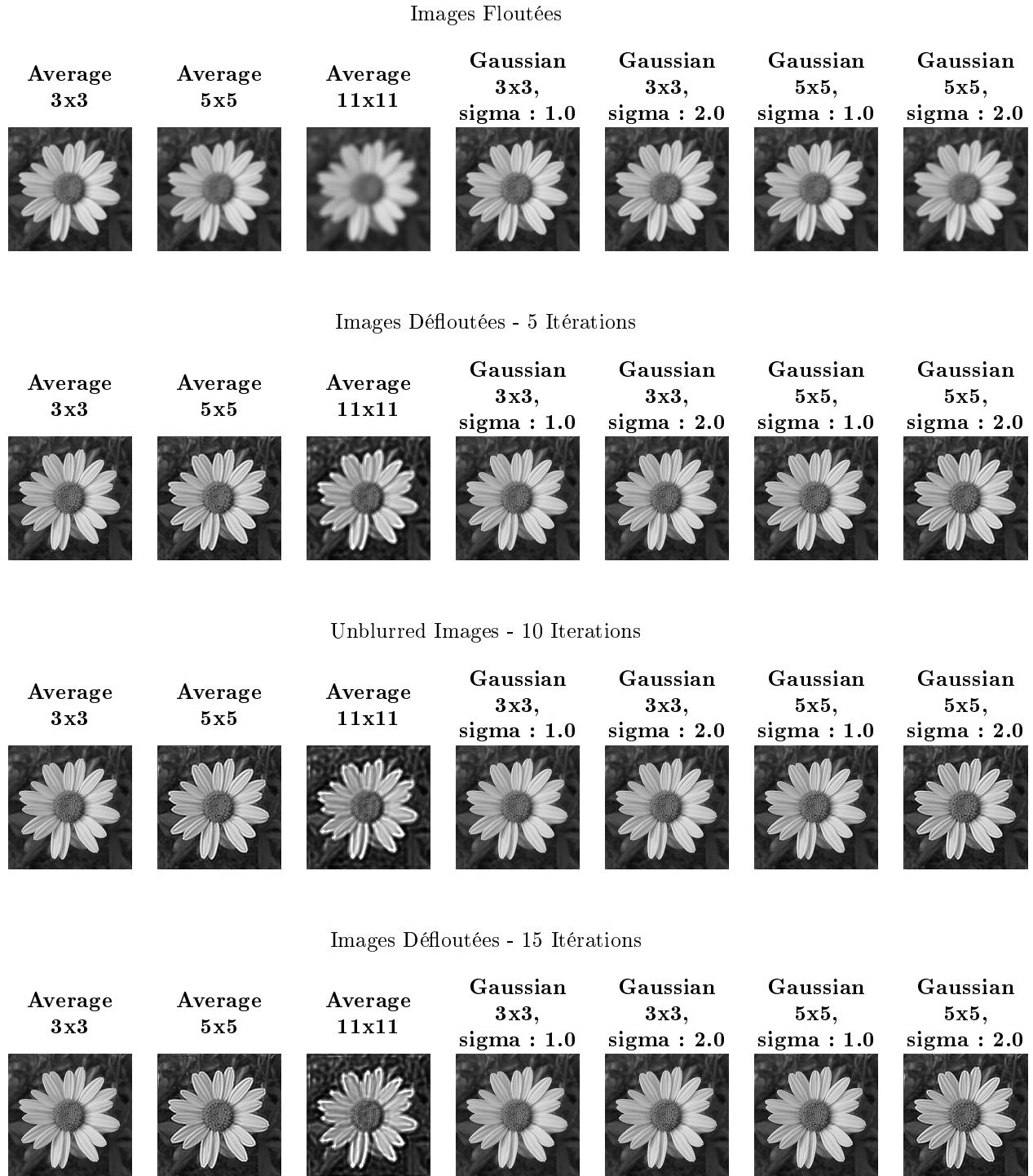
(1) Fleur (niveaux de gris)



(2) Tigre

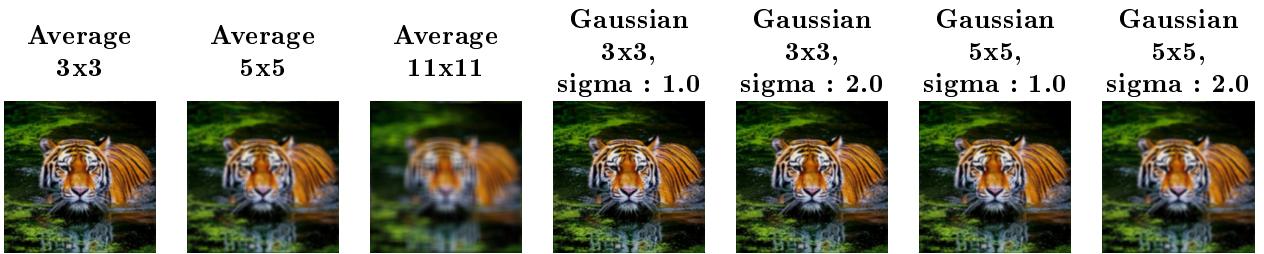
2.3.2 Images Traitées

(1) Fleur (niveaux de gris)

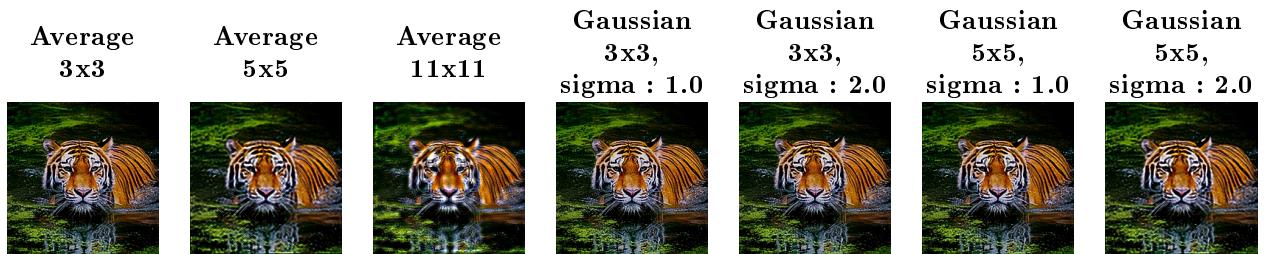


(2) Tigre

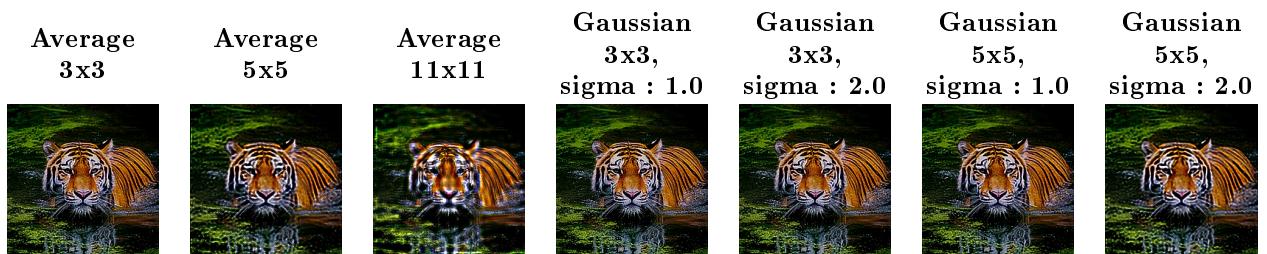
Images Floutées



Images Défloutées - 5 Itérations



Images Défloutées - 10 Itérations



Images Défloutées - 15 Itérations

