

Travail pratique n° 3

Restauration d'images

Instructions

- Les travaux pratiques peuvent être effectués seul ou par équipe de deux *maximum*. La composition de chaque équipe doit être indiquée au professeur au plus tard lors de la séance.
- Le compte rendu doit comporter une réponse concise mais complète à chacune des questions, accompagnée au besoin des courbes, figures et images appropriées.
- Le compte rendu peut prendre deux formes : soit un fichier pdf accompagné des scripts et fonctions Matlab que vous avez développés, soit un document (pdf ou html) généré à l'aide des fonctionnalités de publication de Matlab (menu “File / Publish” de l'éditeur Matlab), accompagné de son fichier source Matlab. Dans tous les cas, l'ensemble des fichiers doit être placé dans une unique archive **zip**.
- Le compte rendu doit être remis au plus tard 7 jours après la séance en utilisant l'outil approprié disponible sur le site web du cours.
- Le travail doit être remis par un seul des membres du groupe. Si tel n'est pas le cas, la version la plus récente du travail remis est prise en compte.

1 Introduction

Ce travail pratique a pour objet la mise en œuvre et la comparaison de quelques techniques de restauration d'images opérant soit dans le domaine spatial, soit dans le domaine fréquentiel.

Les fonctions Matlab et les données à utiliser pour effectuer ce travail pratique se trouvent dans l'archive **TP3.zip** disponible sur le site web du cours.

2 Dégradation de type « bougé » (8 points)

On s'intéresse ici à une image affectée par une dégradation de type « bougé », qui se produit lorsque, par exemple, le système de prise d'image se déplace pendant qu'il est en train de capter la scène. Il est indiqué au paragraphe 5.6.3 du manuel que, si l'on considère un déplacement de direction et de vitesse constante paramétré par (a, b) , où a et b désignent les coordonnées du vecteur de

TABLEAU 1 – Fonctions Matlab utiles pour résoudre la question 2

Type de traitement	Fonctions
Manipulation d'images	<code>imread</code> , <code>imshow</code> , <code>mat2gray</code> , <code>imagesc</code>
Domaine fréquentiel	<code>fft2</code> / <code>ifft2</code> , <code>fftshift</code> / <code>ifftshift</code> , <code>ndgrid</code>
Filtrage et bruitage	<code>conv2</code> , <code>randn</code>
Fonctions mathématiques	<code>sinc</code>

déplacement total en proportion de la taille des axes de l'image X et Y , alors la réponse fréquentielle de la dégradation peut s'écrire :

$$H(u, v) = \frac{\sin(\pi(ua + bv))}{\pi(ua + bv)} e^{-i\pi(ua + bv)}$$

En choisissant $a = b = 0, 1$, tracez le module de $H(u, v)$ pour une image de taille 688×688 . Déduisez-en l'allure de $h(x, y)$, en prenant soin d'assurer le caractère réel de cette quantité. Spécifiez un masque de taille réduite $k(x, y)$ qui effectuera la même fonction

Chargez l'image `Fig0526a.tif` et appliquez-lui la dégradation de type bougé d'abord dans le domaine spatial en utilisant $k(x, y)$, puis dans le domaine fréquentiel en utilisant $H(u, v)$. Comparez les résultats.

Sélectionnez une des images dégradées et ajoutez-lui un bruit gaussien indépendant de moyenne nulle et de variance égale à 10. Cette image sera le point de départ des traitements des deux sections suivantes.

Une liste de fonctions Matlab utiles pour résoudre cette question est donnée au tableau 1.

3 Restauration dans le domaine fréquentiel (12 points)

3.1 Restauration par filtrage de Wiener (6 points)

On fait l'hypothèse que l'image à restaurer et le bruit sont des processus gaussiens blancs de moyenne nulle. Montrez que le filtre de Wiener prend alors l'expression :

$$\hat{F}(u, v) = \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + \lambda} G(u, v)$$

Donnez une interprétation à λ . Mettez en œuvre ce filtre pour une valeur nulle de λ . Expliquez le résultat obtenu. Déterminez ensuite une valeur de λ fournissant un compromis acceptable.

3.2 Moindres carrés pénalisés mis en œuvre dans le domaine fréquentiel (6 points)

On conserve les hypothèses gaussiennes sur le bruit et sur l'image à reconstruire, mais on ne suppose plus que cette dernière est un processus blanc. En vous reportant aux transparents utilisés au cours n° 6, montrez que l'estimée de l'image vérifie :

$$(H^t H + \lambda Q) \hat{f} = H^t g$$

TABLEAU 2 – Fonctions Matlab utiles pour résoudre la question 3

Type de traitement	Fonctions
Manipulation d'images	<code>imshow</code> , <code>colorbar</code>
Domaine fréquentiel	<code>fft2</code> / <code>ifft2</code> , <code>fftshift</code> / <code>ifftshift</code> , <code>conj</code>

Donnez l'expression de \mathbf{Q} dans le cas d'un filtrage par moindres carrés contraint (section 5.9 du livre). Comparez l'expression obtenue avec celle du filtre de Wiener et interprétez le résultat.

Mettez en œuvre le filtre et trouvez des valeurs des paramètres de réglages fournissant un compromis acceptable.

Une liste de fonctions Matlab utiles pour résoudre cette question est donnée au tableau 2.