

Travail pratique #2

Traitements d'images dans le fréquentiel

INF600F - Traitement d'images

Automne 2024

Table des matières

Exercice 1 : Transformée de Fourier (3 pts)	1
Exercice 2 : Filtrage fréquentiel (7 pts)	3
Partie 1 : Filtres fréquentiels (3 pts)	3
Partie 2 : Validation des filtres (2 pts)	3
Partie 3 : Application des filtres fréquentiels (2 pts)	3

L'objet de ce travail est de se familiariser avec le traitement d'images dans le domaine fréquentiel. Ce travail comporte **2 exercices**, et il vaut pour **10%** de la note finale.

Les données et le notebook à utiliser pour effectuer ce travail pratique se trouvent dans l'archive ZIP de ce TP disponible sur le site web du cours.

Exercice 1 : Transformée de Fourier (3 pts)

Représenter et interpréter correctement une image dans le domaine fréquentiel est un préalable indispensable à tout traitement dans ce domaine. Cette partie vous permettra de vous familiariser avec la représentation dans le domaine de Fourier des images.

Voici les étapes à suivre pour cette question.

- Lire et afficher l'image `tp2_ex1.tif`.
- Calculer la transformée de Fourier de l'image. Vous devez utiliser les fonctions `fft2` pour calculer la transformée de Fourier, et `fftshift` pour placer la fréquence nulle au centre de l'image. Ces fonctions font partie du module `np.fft`
- Créer la fonction python `display_fft` pour afficher l'amplitude et la phase de la transformée de Fourier. Assurez-vous d'utiliser une transformation logarithmique pour transformer l'échelle d'intensité de l'amplitude pour l'affichage. Vous devez représenter la transformée de Fourier dans le domaine fréquentiel selon la convention usuelle (c.-à-d. fréquence nulle au centre de l'image), en indexant les axes en fréquences réduites (comprises entre $-1/2$ et $1/2$) (utilisez l'option `extent` de `plt.imshow`)
- Trouver le message codé secret caché dans le domaine fréquentiel de l'image.
- Expliquez comment le message a été crypté dans l'image et pourquoi il n'était pas visible dans l'image originale.

Note: Par convention, la fonction `fft2` ordonne les fréquences de $0 \rightarrow N/2$, puis de $-N/2 + 1 \rightarrow -1$ pour chaque dimension de la matrice transformée. On pourra utiliser la fonction `fftshift` pour placer la fréquence nulle au centre de l'image.



Figure 1: Image à traiter pour l'exercice 1

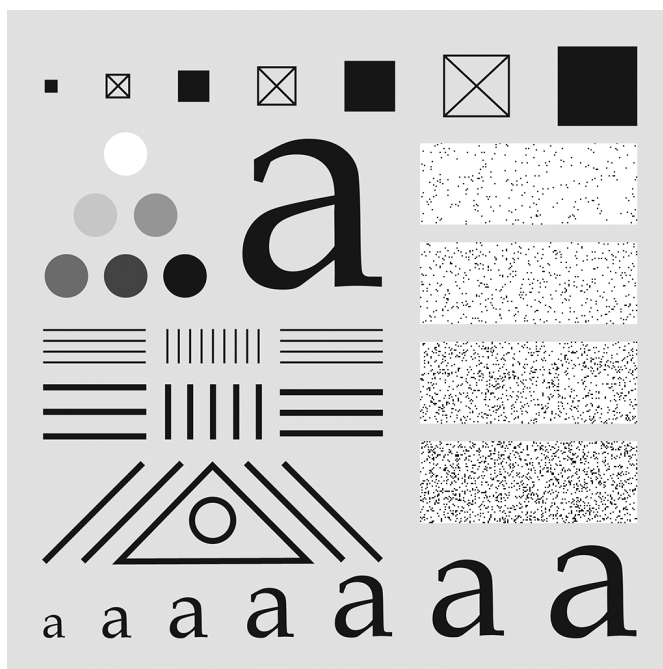


Figure 2: Image à traiter pour l'exercice 2

Exercice 2 : Filtrage fréquentiel (7 pts)

Partie 1 : Filtres fréquentiels (3 pts)

Écrivez une fonction `H=lpFilterTF(type, P, Q, param)` pour générer une fonction de transfert `H` d'un filtre passe-bas de taille `PxQ`, avec les propriétés suivantes. Si `type='ideal'` `param` doit être un scalaire égal à la fréquence de coupure `D0` dans l'équation suivante :

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{si } D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (1)$$

Si le paramètre `type='gaussian'` doit être un scalaire égal à l'écart type `D0` dans l'équation suivante :

$$H(u, v) = e^{-D^2(u, v)/2D_0^2} \quad (2)$$

Si `type='butterworth'`, `param` doit être un tableau 1×2 (vecteur) contenant la fréquence de coupure et l'ordre du filtre, `[D0, n]`, dans l'équation suivante :

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v)/D_0]^{2n}} \quad (3)$$

Note : Dans ces équations, $D(u, v)$ représente la distance entre chaque point (u, v) dans le domaine fréquentiel et le centre du rectangle de fréquence $P \times Q$, soit

$$D(u, v) = ((u - P/2)^2 + (v - Q/2)^2)^{1/2} \quad (4)$$

Partie 2 : Validation des filtres (2 pts)

- Générez une fonction de transfert de **filtre passe-bas idéal** de taille 512×512 avec $D_0 = 96$. Affichez votre résultat sous forme d'image.
- Générez une fonction de transfert de **filtre gaussien passe-bas** de taille 512×512 avec $D_0 = 96$. Affichez votre résultat sous forme d'image.
- Générez une fonction de transfert de **filtre passe-bas de Butterworth** de taille 512×512 avec $D_0 = 96$ et $n = 2$. Affichez votre résultat sous forme d'image.

Partie 3 : Application des filtres fréquentiels (2 pts)

Montrez l'image obtenue après chacun des filtres suivants.

- Lisez l'image `tp2_ex2.tif` et filtrez-la à l'aide d'un filtre passe-bas idéal afin que la grande lettre "a" soit à peine lisible et que les autres lettres ne le soient pas.
- Lisez l'image `tp2_ex2.tif` et filtrez-la à l'aide d'un filtre passe-bas gaussien pour que la grande lettre "a" soit à peine lisible et que les autres lettres ne le soient pas.
- Lisez l'image `tp2_ex2.tif` et filtrez-la à l'aide d'un filtre Butterworth de votre spécification afin que, lorsqu'elle est filtrée et seuillée, l'image résultante ne contienne qu'une partie du grand carré en haut à droite. (*Astuce* : il est plus intuitif de travailler avec le négatif de l'image originale.)