

Amélioration d'images

Notions introductives

Convolution et transformée de Fourier

Opérations au niveau du pixel

Contraste, seuillage, histogramme, ...

Filtrage dans le domaine spatial

Convolution spatiale, filtrage passe-bas, passe-haut, passe bande, filtrage médian, renforcement de contours, ...

Filtrage dans le domaine fréquentiel

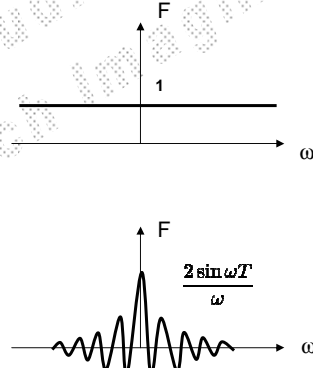
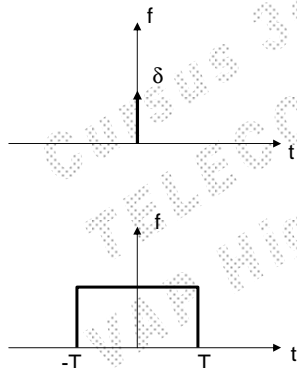
Spectre Fourier – caractéristiques; filtrage passe-bas, passe-haut, passe bande, réjecteur de bande

Filtrage dans le domaine fréquentiel

Transformée de Fourier 1D

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-j2\pi\omega t} dt$$

Paires Fourier



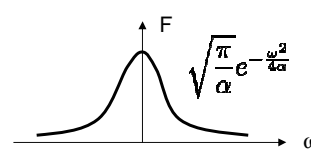
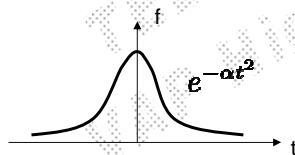
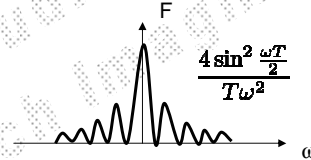
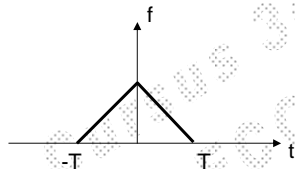
Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier 1D

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j2\pi\omega t} dt$$

Paires Fourier



IHT – Amélioration des images médicales

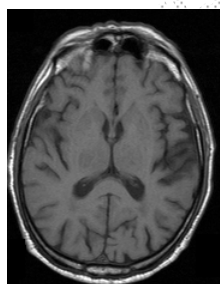
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



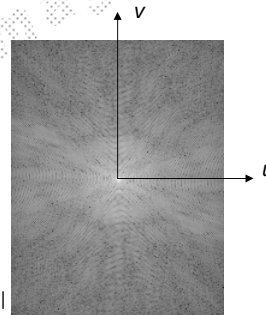
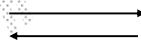
Transformée de Fourier 2D discrète

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-j2\pi(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N})}$$



$f(m,n)$

TF 2D



$|F(u,v)|$

IHT – Amélioration des images médicales

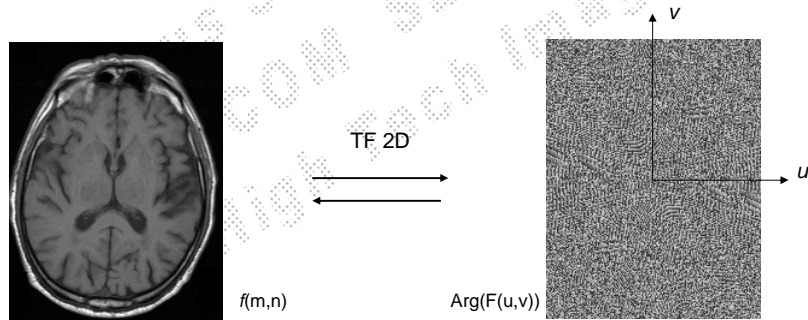
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier 2D discrète

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-j2\pi(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N})}$$



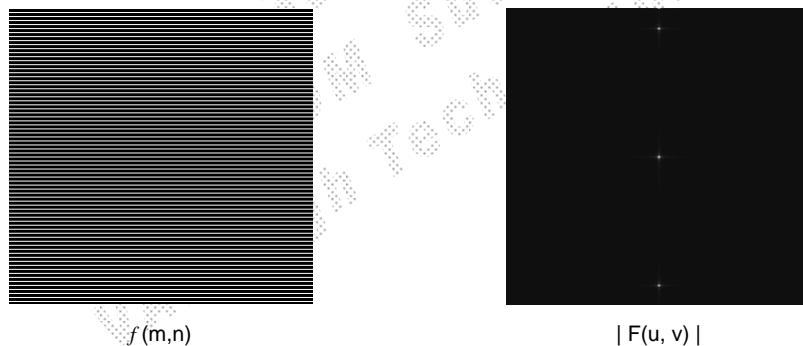
Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-j2\pi(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N})}$$



Filtrage dans le domaine fréquentiel



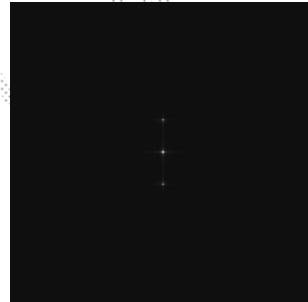
Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-j2\pi(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N})}$$



$f(m, n)$



$|F(u, v)|$

IHT – Amélioration des images médicales

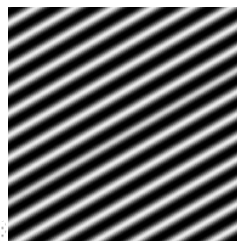
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel

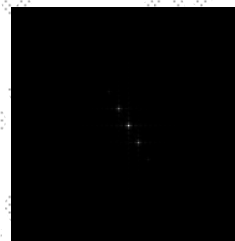


Transformée de Fourier discrète

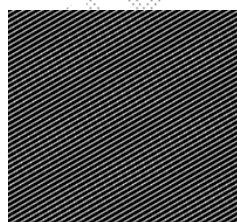
Relation domaine spatial – domaine de Fourier



$f(m, n)$



$|F(u, v)|$



IHT – Amélioration des images médicales

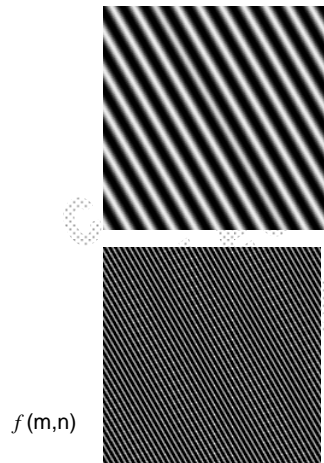
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier



IHT – Amélioration des images médicales

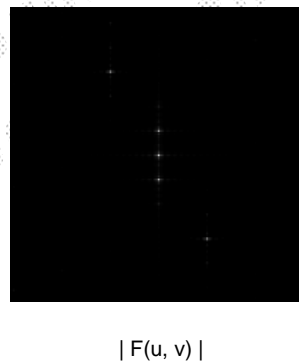
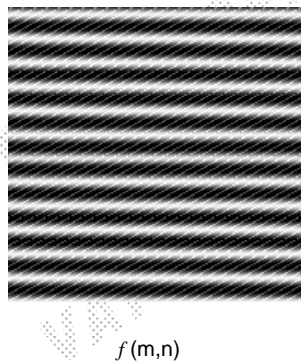
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier



IHT – Amélioration des images médicales

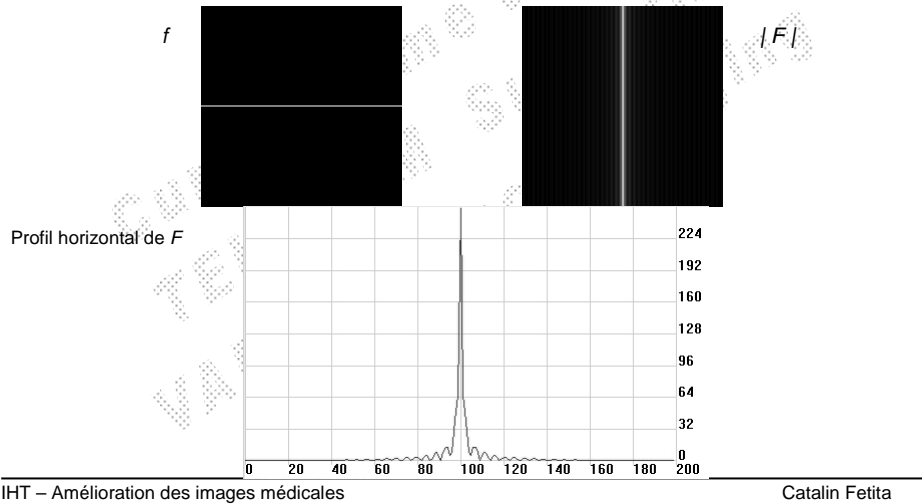
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

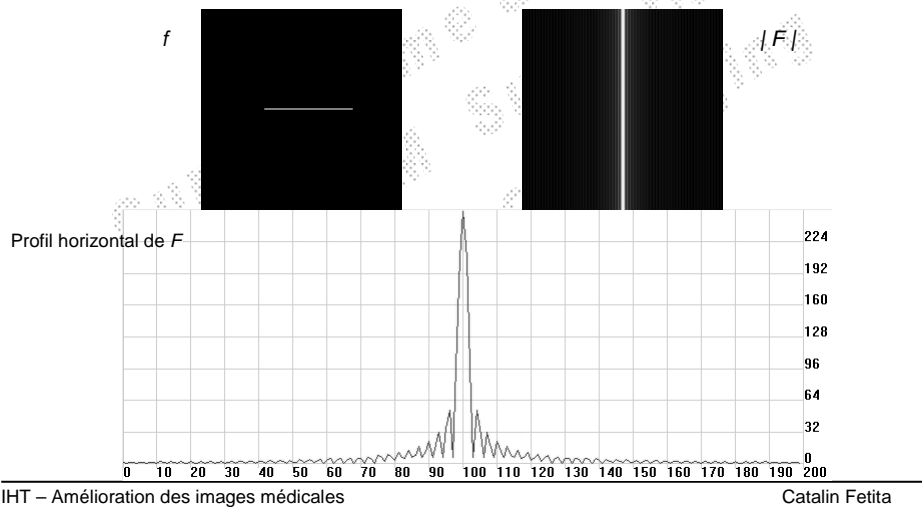


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

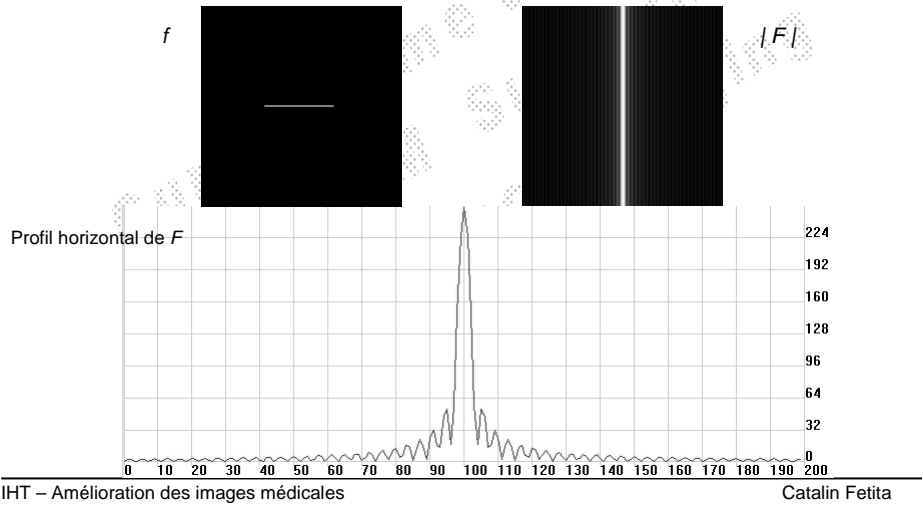


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

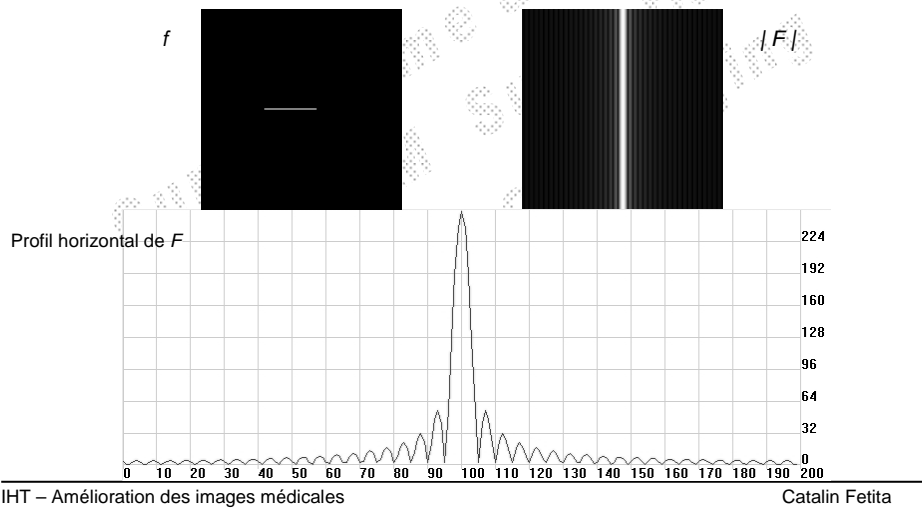


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

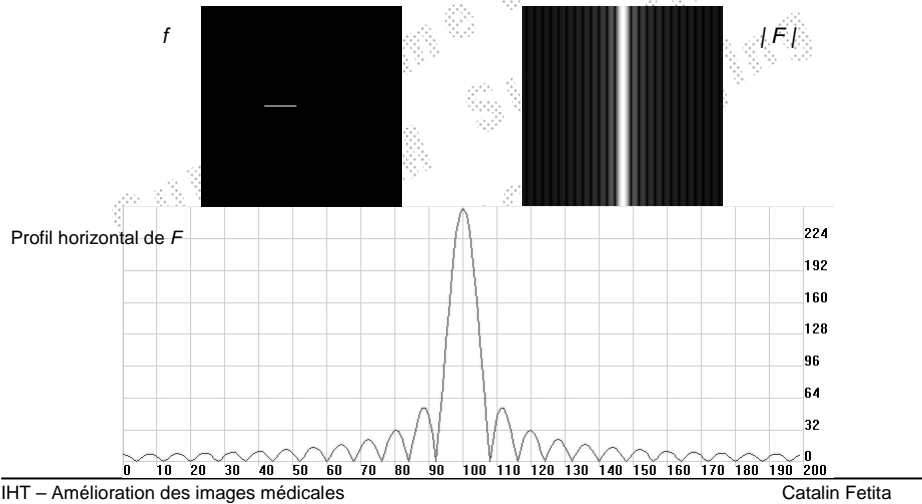


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

Relation domaine spatial – domaine de Fourier

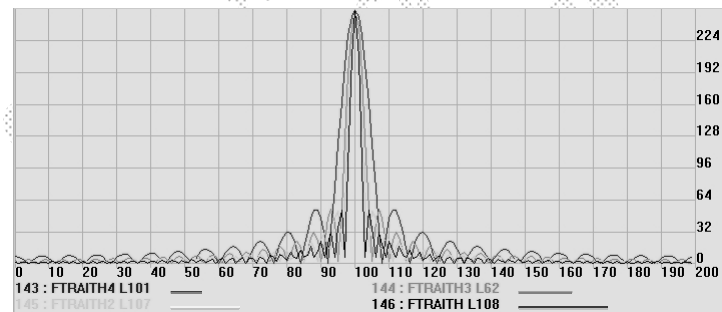


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Transformée de Fourier discrète

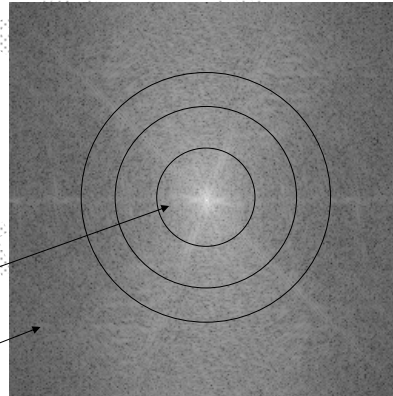
Relation domaine spatial – domaine de Fourier



Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier



basses fréquences

hautes fréquences

IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

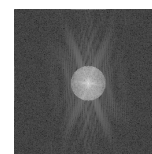
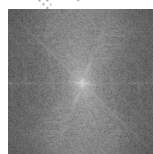
Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-bas idéal

« Ringing » artefact !



IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-bas Butterworth

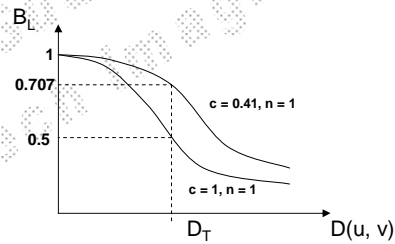
$$D(u, v) = \sqrt{u^2 + v^2}$$

D_T – distance seuil (rayon du filtre)

c – ajuste la position de la transition

n – détermine la pente

$$B_L(u, v) = \frac{1}{1 + c[D(u, v)/D_T]^{2n}}$$



$$c = 1 \Rightarrow B_L = 0.5$$

pour $D(u, v) = D_T$

$$c = \sqrt{2} - 1 \Rightarrow B_L = 0.707 (-3dB)$$

IHT – Amélioration des images médicales

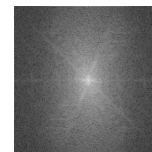
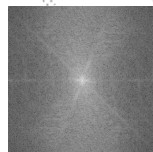
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-bas Butterworth



IHT – Amélioration des images médicales

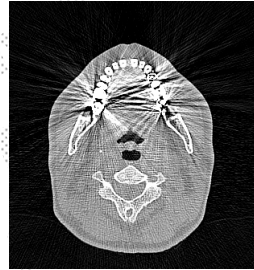
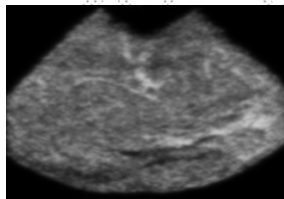
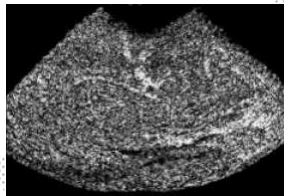
Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-bas Butterworth



IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

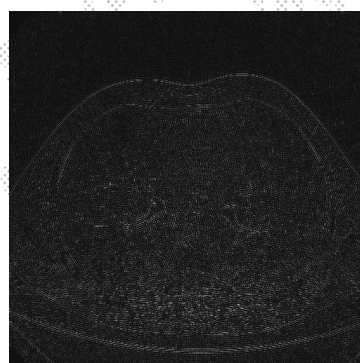
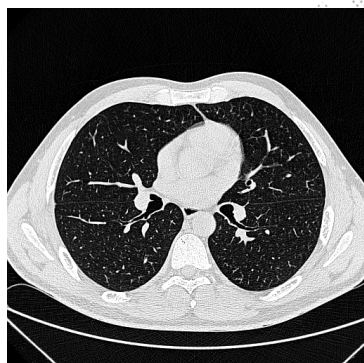
Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-haut idéal

« Ringing » artefact !



IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



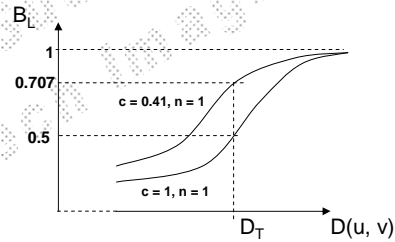
Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-haut Butterworth

$$B_H(u, v) = \frac{1}{1 + c[D_T/D(u, v)]^{2n}}$$

$$D(u, v) = \sqrt{u^2 + v^2}$$

D_T – distance seuil (rayon du filtre)
 c – ajuste la position de la transition
 n – détermine la pente

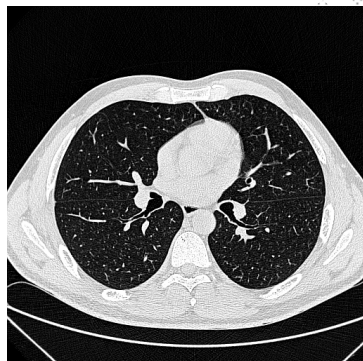


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-haut Butterworth

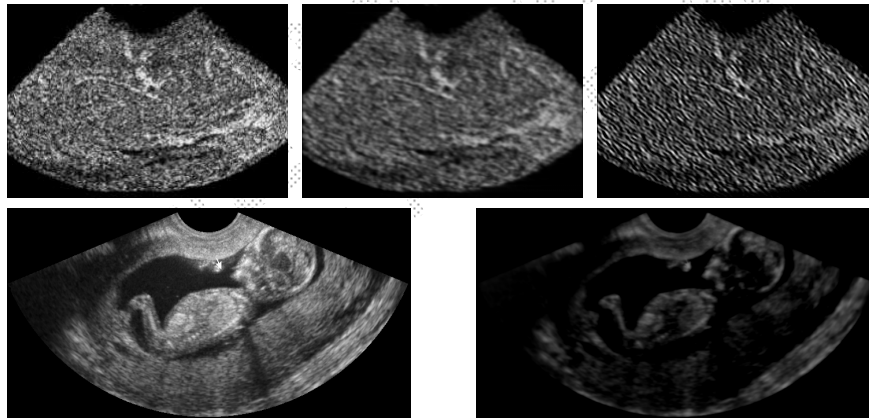


Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre passe-bande



IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande de révolution

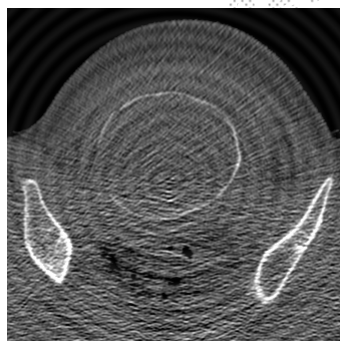
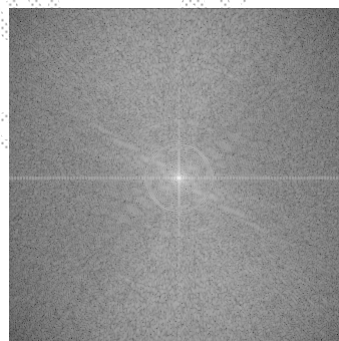


image originale



spectre Fourier

IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande de révolution

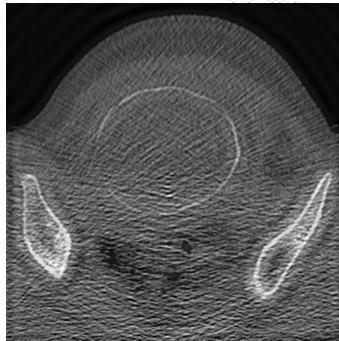
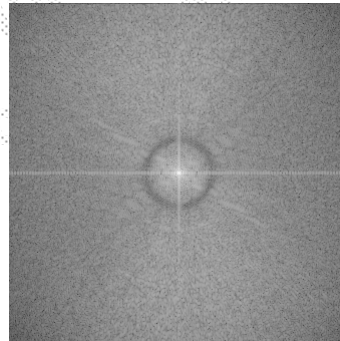


image filtrée



spectre Fourier

IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

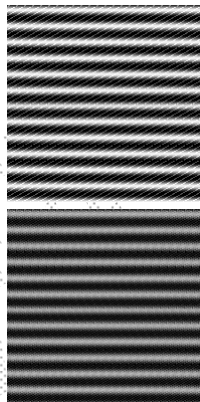
Filtrage dans le domaine fréquentiel



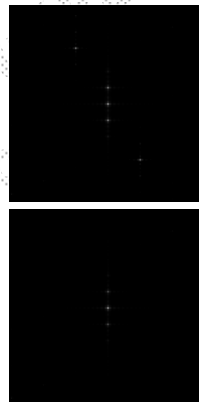
Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande

$f(m, n)$



$|F(u, v)|$



IHT – Amélioration des images médicales

Catalin Fetita

Filtrage dans le domaine fréquentiel



Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande

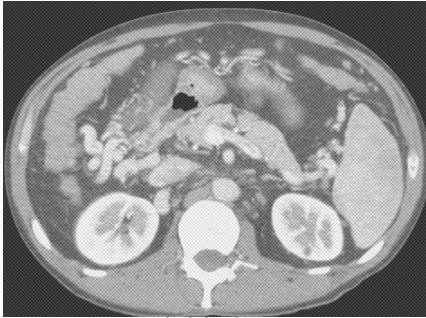
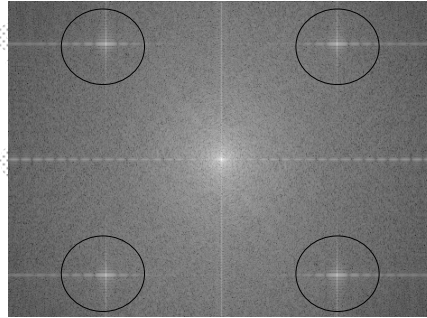


image originale



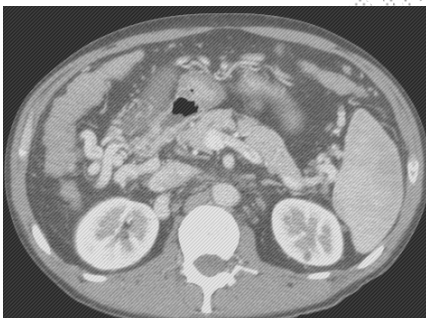
spectre Fourier

Filtrage dans le domaine fréquentiel

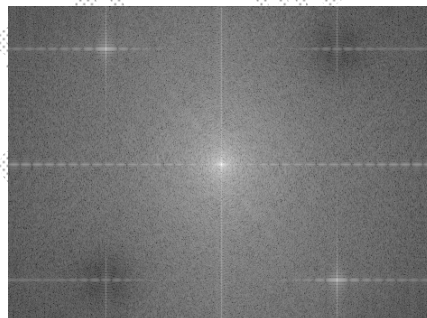


Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande



filtrage diagonal droite



spectre Fourier

Filtrage dans le domaine fréquentiel

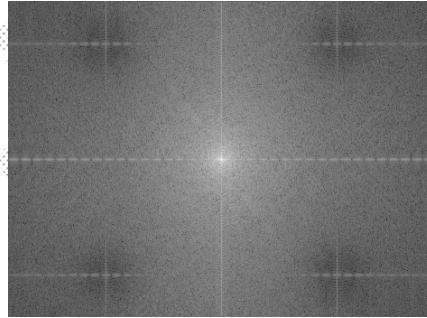


Filtrage dans l'espace de Fourier

Filtre réjecteur de bande



filtrage diagonal gauche



spectre Fourier

Amélioration d'images



Notions introductives

Convolution et transformée de Fourier

Opérations au niveau du pixel

Contraste, seuillage, histogramme, ...

Filtrage dans le domaine spatial

Convolution spatiale, filtrage passe-bas, passe-haut, passe bande, filtrage médian, renforcement de contours, ...

Filtrage dans le domaine fréquentiel

Spectre Fourier – caractéristiques; filtrage passe-bas, passe-haut, passe bande, réjecteur de bande