DIRO
IFT 6150

TRAVAIL PRATIQUE N° 5

BRUIT IMPULSIONNEL ET GAUSSIEN
FILTRAGE MÉDIAN ET PASSE-BAS

Max Mignotte

DIRO, Département d'Informatique et de Recherche Opérationnelle.
http : //www.iro.umontreal.ca/∼mignotte/ift6150
e-mail : mignotte@iro.umontreal.ca

A. BRUIT IMPULSIONNEL ET FILTRAGE MÉDIAN

(1) Ajouter 10 % de bruit impulsionnel sur l'image **lenna.pgm** grâce à la fonction add-impulse-noise (cf. Figure 1).

(2) Faire une restoration de lenna bruitée avec un filtrage médian de taille 3×3.

(**a**) (**b**)

FIG. 1 – (**a**) *Image originale* **lenna.pgm**. (**b**) *Image bruitée par* 10 % *de bruit impulsionnel.*

B. BRUIT GAUSSIEN ET FILTRAGE PASSE-BAS IDÉAL

(1) Ajouter un bruit "blanc" gaussien sur l'image **lenna.pgm** de variance $\sigma^2 = 1000$ grâce à la fonction add-gaussian-noise (cf. Figure 2).

Pour restorer cette image, on se propose dans cette partie de réaliser un filtrage passe-bas qui annulera les hautes fréquences créées principalement par ce bruit. Si $F(u, v)$ représente la TF de cette image bruitée et $G(u, v)$ désigne la TF de l'image restorée, cette opération s'écrit dans le domaine fréquentiel :

$$G(u, v) = H(u, v)\; F(u, v),$$

(**a**) (**b**)

FIG. 2 – *(***a***) Image originale* **lenna.pgm***. (***b***) Image bruitée par un bruit "blanc" gaussien de variance* $\sigma^2 = 1000$.

où $H(u,v)$ s'appelle la *fonction de transfert* du filtre. Dans ce TP, on choisira un filtre passe-bas idéal à symétrie circulaire qui satisfait la relation :

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

où D_0 est une valeur non négative, et $D(u,v)$ représente la distance du point (u,v) au point $(0,0)$ dans l'espace des fréquences. La Figure 4 montre une perspective 3D de $H(u,v)$. Le nom "idéal" indique que toutes les fréquences à l'intérieur du cercle de rayon D_0 sont conservées sans atténuation, tandis que toutes les fréquences à l'extérieur de ce cercle sont annulées.

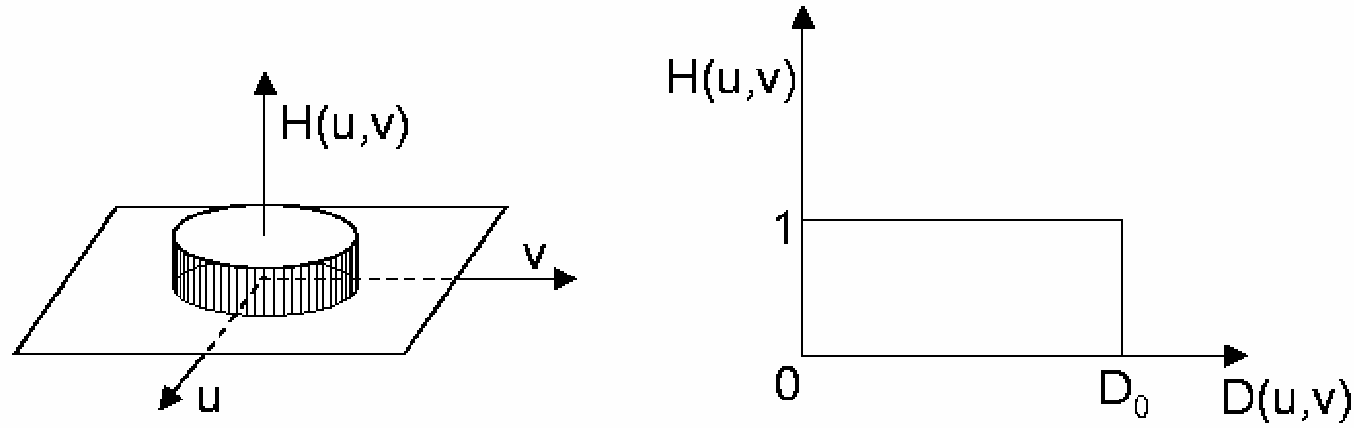

FIG. 3 – *Fonction de transfert et coupe transversale du filtre passe-bas idéal.*

Pour quantifier le résultat de cette restoration, on peut utiliser la mesure suivante :

$$\text{ISNR} = 10 \log_{10} \frac{\sum_x \sum_y (f(x,y) - f_b(x,y))^2}{\sum_x \sum_y (f(x,y) - \hat{f}(x,y))^2}$$

où $f(x,y)$, $f_b(x,y)$ et $\hat{f}(x,y)$ représentent respectivement l'image initiale (non bruitée), l'image bruitée et l'image restorée (i.e., l'image filtrée dans cette application).

[1]Improvement Signal to Noise Ratio.

(2) Faire une restoration de lenna bruitée avec un filtrage passe-bas de fréquence de coupure $D_0 = 30$ puis $D_0 = 40$ pixels. Calculer dans chacun des cas le ISNR obtenu.

(3) Tracer la courbe ISNR(D_0).

(4) Faire un programme qui recherchera automatiquement la valeur optimale de D_0 (i.e., celle qui maximise ISNR). Donner les résultats obtenus. Conclure sur l'efficacité du filtrage passe-bas idéal pour des images entachées d'un bruit blanc gaussien.

B. BRUIT GAUSSIEN ET FILTRAGE DE BUTTERWORTH

(5) Répéter les étapes **(2) (3) (4)** en prenant cette fois-ci un filtre de Butterworth (avec $n = 1$ dont on rappelle la fonction de transfert,

$$\begin{aligned} H(u,\nu) &= \frac{1}{1 + \big(D(u,v)/D_0\big)^{2n}} \\ D(u,\nu) &= \sqrt{u^2 + \nu^2} \end{aligned}$$

D_0 : Fréquence de Coupure

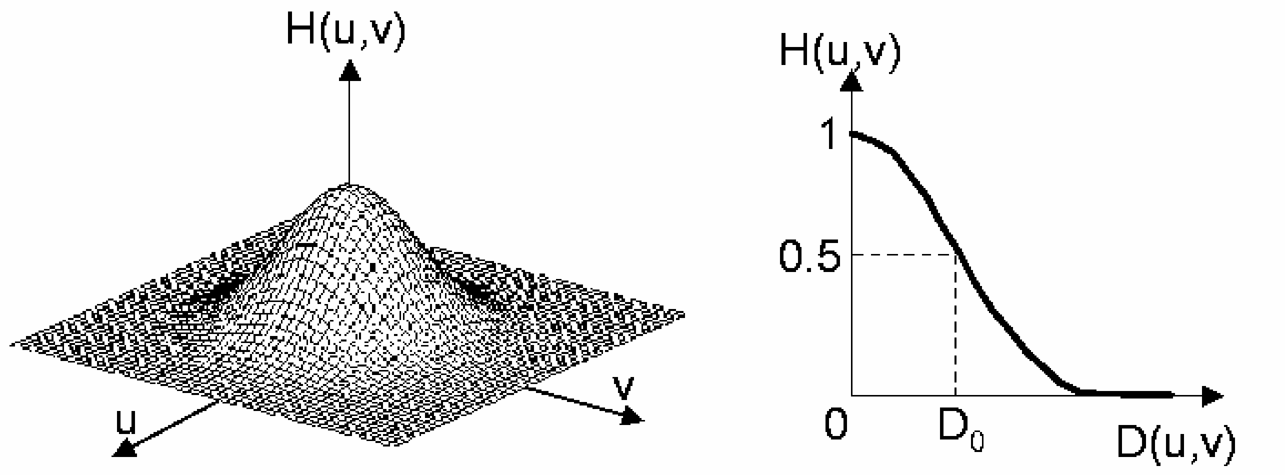

FIG. 4 – *Fonction de transfert et coupe transversale du filtre de Butterworth.*