Traitement d’images

Emanuel Aldea <emanuel.aldea@u-psud.fr>
http://hebergement.u-psud.fr/emi/TIPolytech

Polytech Paris-Saclay 5$^{\text{ère}}$ année

Détection de droites

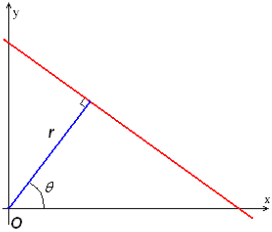
Paramétrisation

- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?

Détection de droites

Paramétrisation

- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?
- $r \in [0, r_{max}], \theta \in [0, 2\pi]$
- pixel (x_0, y_0) associé à $r = x_0 \cos(\theta) + y_0 \sin(\theta)$



Détection de droites

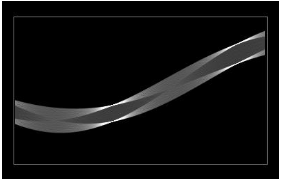
Paramétrisation

- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?

Détection de droites

Paramétrisation

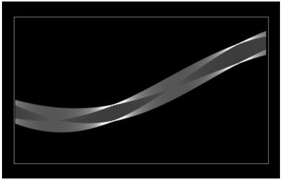
- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?
- $r \in [0, r_{max}], \theta \in [0, 2\pi]$
- pixel (x_0, y_0) associé à $r = x_0 \cos(\theta) + y_0 \sin(\theta)$

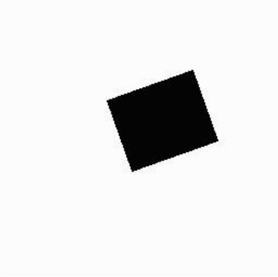


Détection de droites

Paramétrisation

- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?
- $r \in [0, r_{max}], \theta \in [0, 2\pi]$
- pixel (x_0, y_0) associé à $r = x_0 \cos(\theta) + y_0 \sin(\theta)$

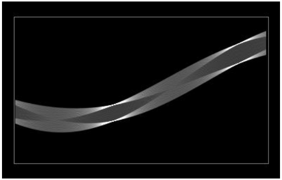
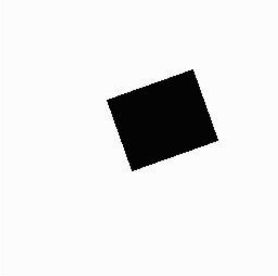
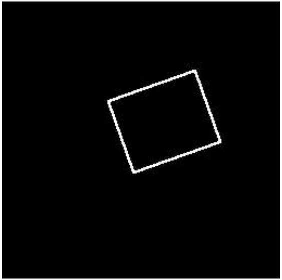




Détection de droites

Paramétrisation

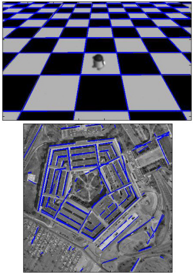
- comment le faire de manière simple ?
- combien de paramètres ?
- comment choisir la quantification ?
- $r \in [0, r_{max}], \theta \in [0, 2\pi]$
- pixel (x_0, y_0) associé à $r = x_0 \cos(\theta) + y_0 \sin(\theta)$

Détection de droites

Transformée de Hough : à retenir

- droite paramétrée par une paire (r, θ)
- (r, θ) - espace cumulatif
- les points situés sur les contours votent
- on peut utiliser le gradient local



Exercice :

Quel est l'accumulateur pour un cercle / une ellipse ?

Filtrage linéaire (cont'd)

Le Laplacien

- opérateur différentiel $\Delta : \mathrm{C}^k \rightarrow \mathrm{C}^{k-2}$:

$$\Delta f = \mathrm{div}(\mathrm{grad}\, f) = \nabla \cdot \nabla f = \nabla^2 f$$

- étroitement lié aux phénomènes de diffusion ; $\Delta f = 0$ associée à la stationnarité des distributions de température, tensions mécaniques, potentiel, écoulement
- signification : taux de variation moyen de $f(x)$ sur une sphère centrée en x quand la sphère varie
- si $x \in \mathbb{R}^n$:

$$\Delta f = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2}$$

Filtrage linéaire (cont'd)

Le Laplacien

- dans l'espace image on peut écrire :

$$\Delta I = \nabla^2 I = \frac{\partial^2 I}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y_i^2} = I_{xx} + I_{yy}$$

- le masque qui correspond au calcul de I_{xx} est (pourquoi ?) :

$L_{xx} =$

1	−2	1

- en exploitant le masque de I_{yy} on remonte à :

$L =$

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

- autres masques sont valides également (voir développement en série de Taylor)

Filtrage linéaire (cont'd)

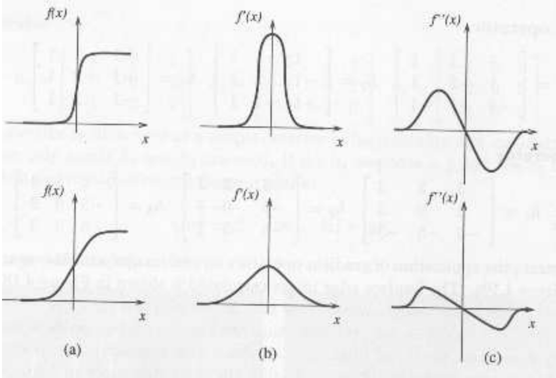


FIGURE – Laplacien 1D continu- passage par 0

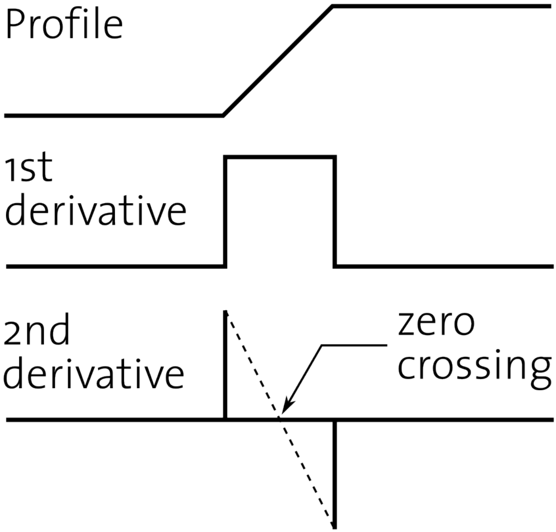
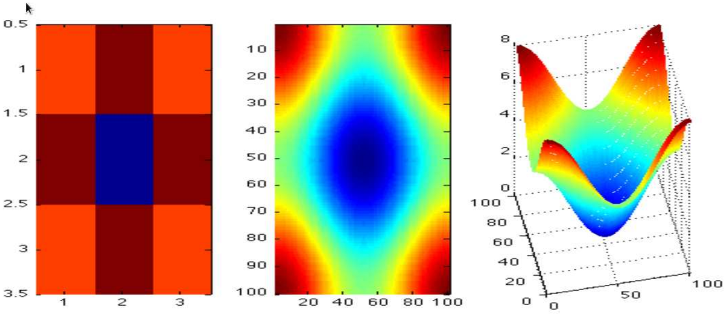


FIGURE – Laplacien 1D discret- passage par 0

Filtrage linéaire (cont'd)



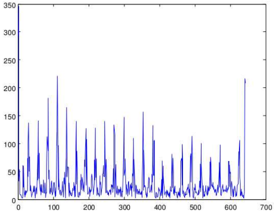
Détection des passages par 0 de la réponse

- calculer $\max(I_L)$ et $\min(I_L)$ dans une fenêtre 3×3 centrée dans le pixel (i, j)
- passage par 0 $\Leftrightarrow$ $\max(I_L) > 0$ et $\min(I_L) < 0$ et $\max(I_L) - \min(I_L) >$ *seuil*

Résultats

Image initiale

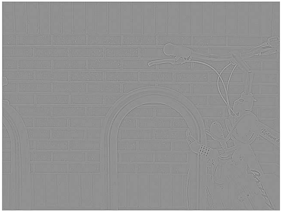
Sobel Magnitude



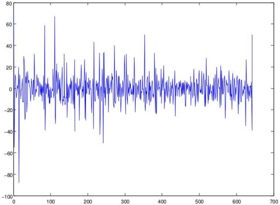
Ligne horizontale 40

Résultats

Image initiale



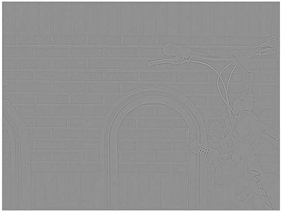
Réponse Laplacien



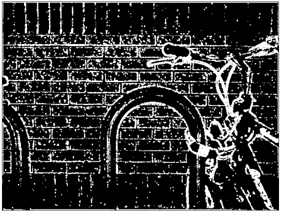
Ligne horizontale 40

Résultats

Image initiale



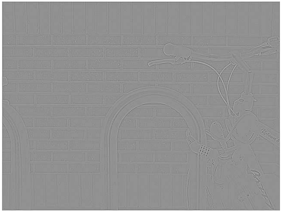
Réponse Laplacien



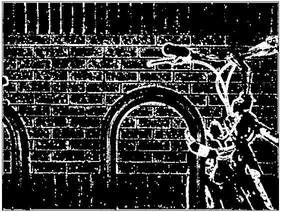
Détection passages

Résultats

Image initiale



Réponse Laplacien



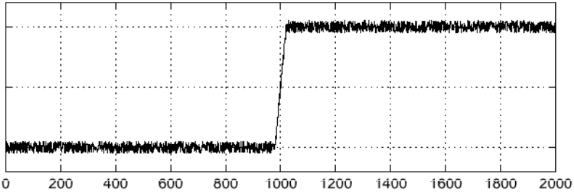
Détection passages

Conclusions

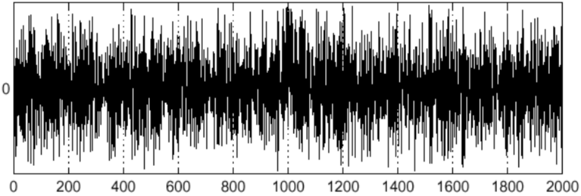
- Invariance en rotation
- Une seule convolution
- Sensible aux variations/bruit

Sensibilité au bruit

$f(x)$



$\frac{d}{dx}f(x)$



Pas de traitement - où se trouve le contour ?

L'estimation du gradient/Laplacien est très sensible au bruit.

Exercice :

Pour quoi ?

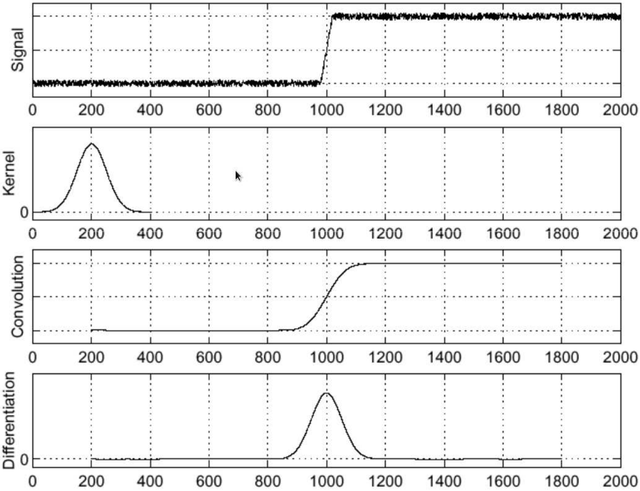
Sensibilité au bruit

f

h

$h \star f$

$\frac{\partial}{\partial x}(h \star f)$



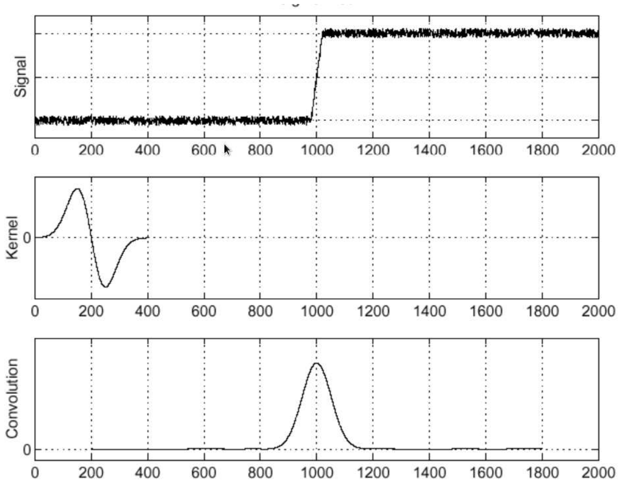
Filtrage Gaussien + gradient - où se trouve le contour ?

Sensibilité au bruit

f

$\frac{\partial}{\partial x}h$

$(\frac{\partial}{\partial x}h) \star f$



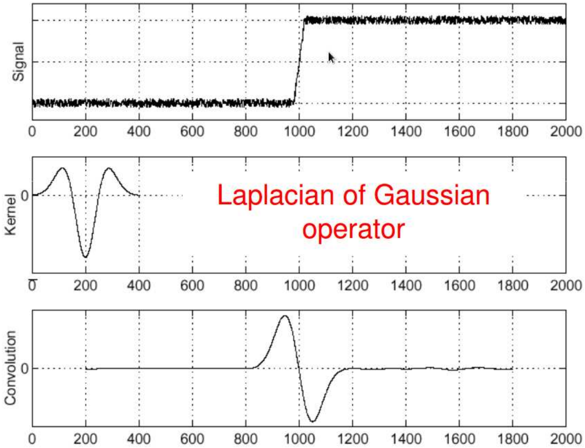
Filtrage Gaussien + gradient - en moins d'opérations

Sensibilité au bruit

$$f$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}h$$

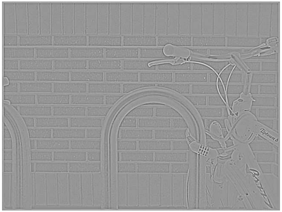
$$(\frac{\partial^2}{\partial x^2}h) \star f$$



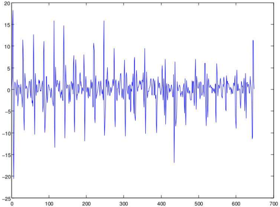
Filtrage Gaussien + Laplace (LoG) - passage en 0

Résultats

Image initiale



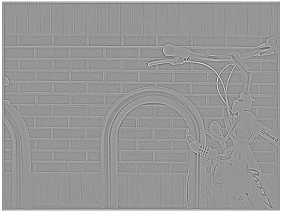
Réponse LoG



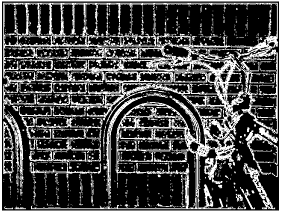
Ligne horizontale 40

Résultats

Image initiale

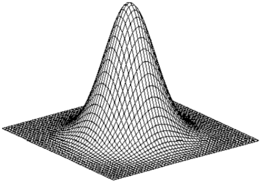


Réponse LoG

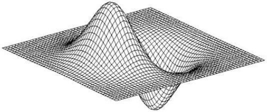


Détection passages

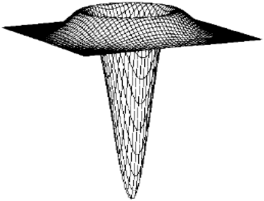
Conclusion



$h_\sigma(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$



$\frac{\partial}{\partial x} h_\sigma(x,y)$



$\nabla^2 h_\sigma(x,y)$

- Le lissage est essentiel, mais la taille du filtre dépend implicitement de l'échelle de l'information (détails) qu'on veut préserver
- Compromis robustesse au bruit vs. localisation précise des contours

Filtrage passe-bas non linéaire

- Inconvénient majeur des filtres passe-bas présentés : dégradation des contours
- Besoin de méthodes plus performantes qui préservent les fortes discontinuités
- Stratégie des filtres non-linéaires : diffusion et donc homogénéisation maximale loin des contours **et** diffusion minimale au niveau des contours

Filtrage bilatéral

Idée de base

Le filtrage Gaussien peut être écrit comme :

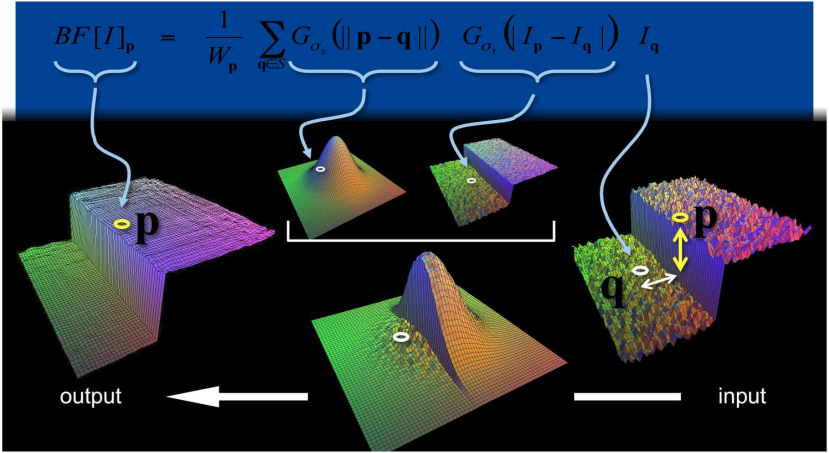
$$I_G(p) = \sum_{q \in S} I(q) \cdot G_{\sigma_s}(|p - q|)$$

Problème dû au fait que le poids G_{σ_s} ne dépend que de la distance entre p et q.
Solution fonction de pénalisation supplémentaire qui empêche les pixels de valeur très différente d'intervenir dans le filtrage :

$$BF(p) = \frac{1}{W} \sum_{q \in S} I(q) \cdot G_{\sigma_s}(|p - q|) \cdot G_{\sigma_r}(|I(p) - I(q)|)$$

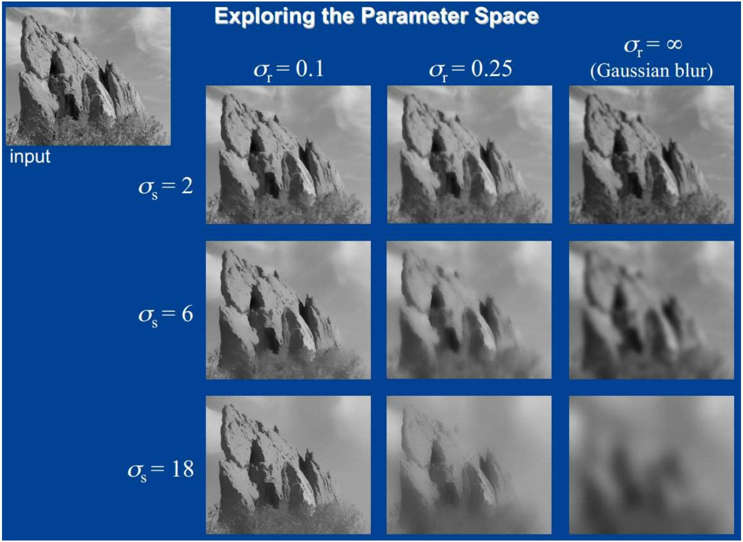
G_{σ_r} peut être une Gaussienne également.

Filtrage bilatéral



Fonctionnement

Filtrage bilatéral



Espace des paramètres