LE TRAITEMENT D'IMAGES

- FILTRAGE -

Jonathan Fabrizio

http://jo.fabrizio.free.fr

Filtrage

Domaines spatial et fréquentiel
Lissage, élimination du bruit
Détection de bords/coins

Plan du cours

- Quelques filtres classiques pour
  - le lissage/élimination du bruit
  - la détection de bords
  - la détection de points d'intérêts
  - l'amélioration de la netteté
- Passage dans le domaine fréquentiel
  - Transformée de Fourier
  - Convolution

Filtrage

Quelques filtres classiques

Filtrage

- On s 'appuie souvent sur le produit de convolution
- On va recalculer la valeur d'un pixel en fonction de son voisinage

Filtres classiques : Lissage, débruitage

Filtres classiques : moyenne
Lissage

- Filtre moyenneur
  - Objectif : lisser l'image
  - Fonctionnement : on remplace la valeur d'un pixel par la moyenne des valeurs des pixels du voisinage
  - Noyau de convolution :

$$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

  - Comment choisir la taille/la forme du voisinage ?

Filtres classiques : moyenne
Lissage

- Filtre moyenneur, résultat :

Filtres classiques : moyenne
Impact de la taille du voisinage

- Filtre moyenneur, résultats :

Original

3x3

5x5

Filtres classiques

- Implémentation
  - Comment implémenter un tel filtre ?
  - Que faire sur la bordure ?
- Amélioration ?
  - ?

Filtres classiques

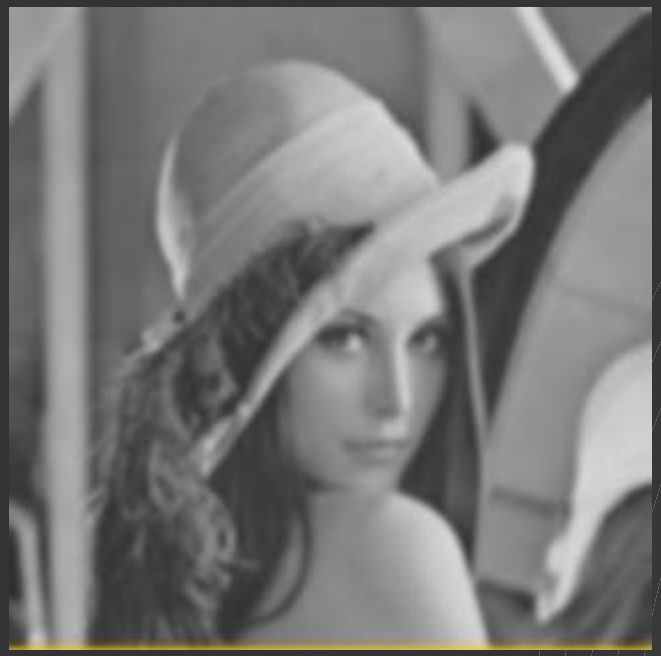
- Implémentation
  - Comment implémenter un tel filtre ?
  - Que faire sur la bordure ?
- Amélioration ?
  - Au lieu de faire contribuer tous les pixels également, on peut privilégier les pixels proches du centre
    - Filtre gaussien

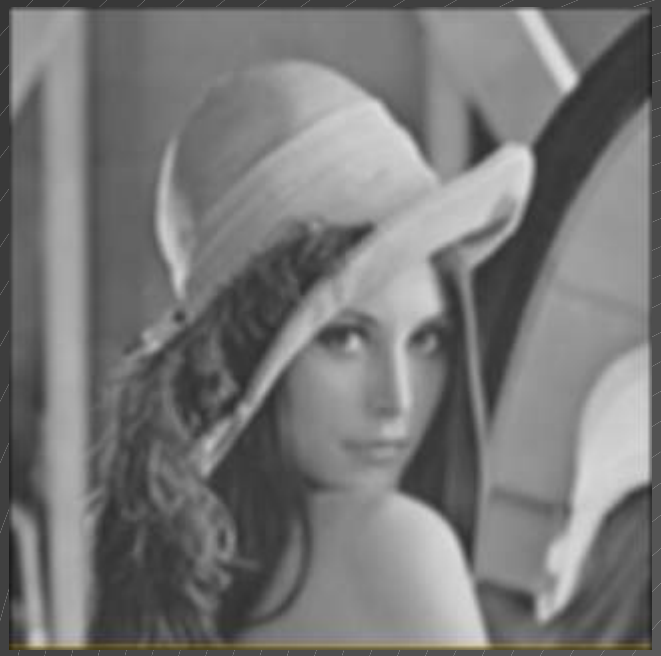
Filtres classiques : Gaussien
Lissage

- Filtre Gaussien
  - Objectif : lisser l'image
  - Fonctionnement : on remplace la valeur d'un pixel par la moyenne pondérée des valeurs des pixels du voisinage
  - Noyau de convolution : gaussienne
  - Paramètre / Taille du Noyau ?

Filtres classiques : Gaussien
Lissage

- Filtre Gaussien – résultat
  - Comparaison avec le filtre moyenneur
    - Avantages/Inconvénients ?





Filtres classiques : Médian
Lissage

- Filtre médian
  - Objectif : débruitage
  - Fonctionnement : trier l'ensemble des valeurs des intensités des pixels sur un voisinage puis remplacer la valeur du pixel considéré par la valeur médiane sur le voisinage

Filtres classiques : Médian
Lissage

- Filtre médian – résultat
  - Supprime facilement le bruit impulsionnel
  - Préserve l'information de contour
  - Est un peu lourd (tri)

Filtres classiques : Gaussien
Lissage

- Lissage (gaussien, moyenne...)
  - Dégrade les frontières
  - Solutions ?

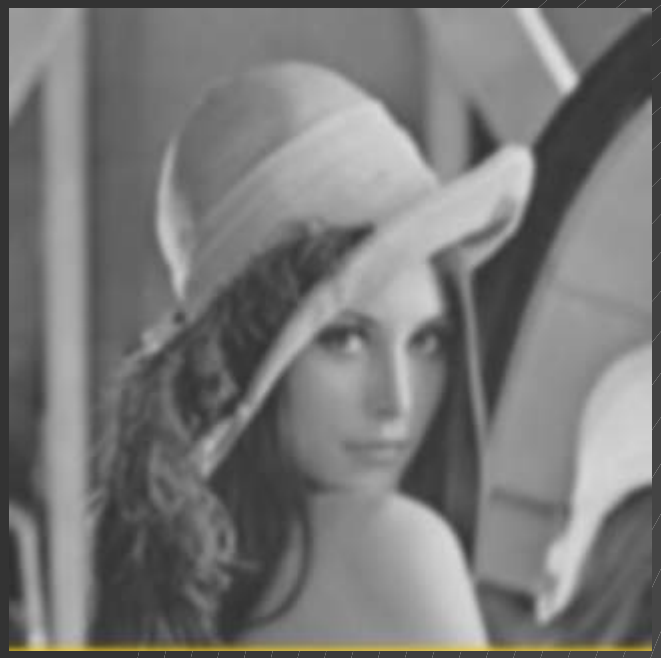
Filtres classiques : Gaussien
Lissage

- Lissage (gaussien, moyenne...)
  - Dégrade les frontières
  - Solutions ?
    - Faire contribuer principalement les pixels qui ont une couleur proche de la couleur du pixel considéré ou pondérer leur apport en fonction de leur couleur
    - Filtre de Nagao
    - ...

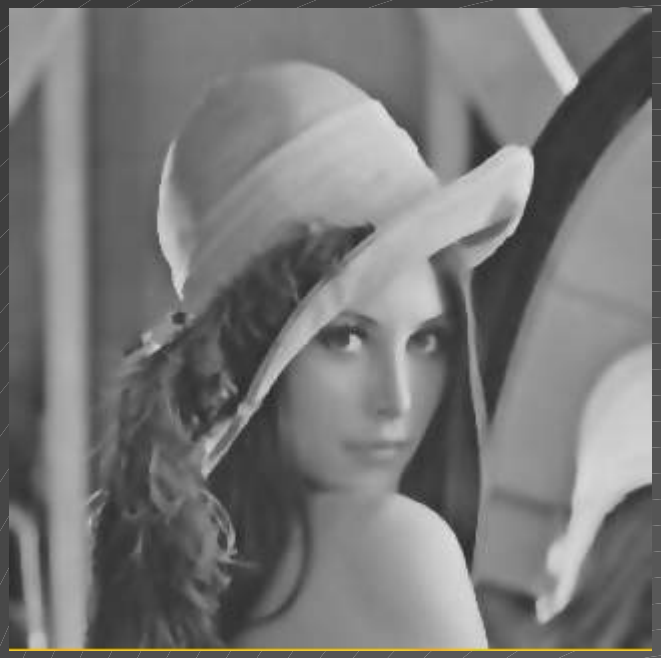
Filtres classiques : Gaussien
Lissage

- Filtre gaussien, résultats :

Original



Gaussien



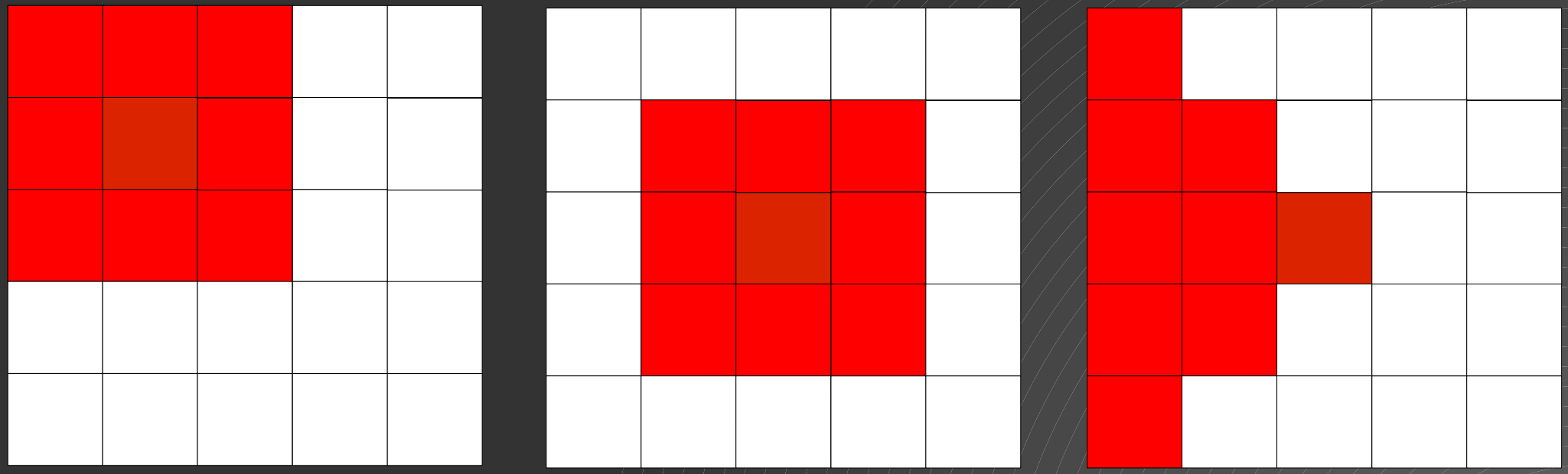
Gaussien sélectif

Filtres classiques : Nagao
Lissage

- Filtre de Nagao
  - Tenir compte des régions ?

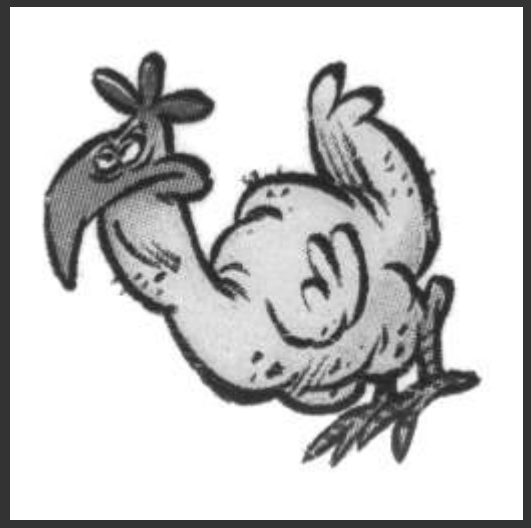
Filtres classiques : Nagao
Lissage

- Filtre de Nagao
  - Faire un médian mais dans la région de variance faible



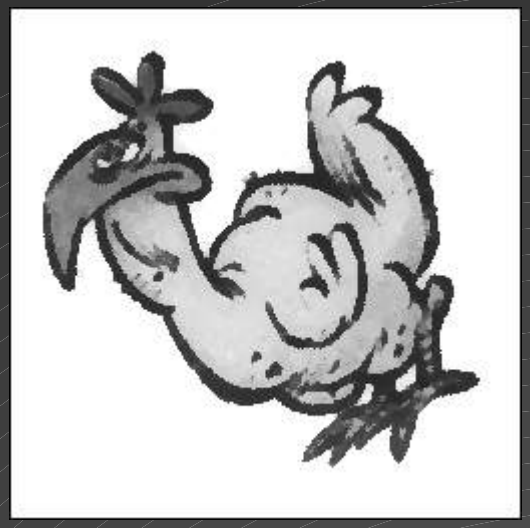
Filtres classiques : Nagao
Lissage

- Filtre de Nagao (pas un traiteur d'images), résultats

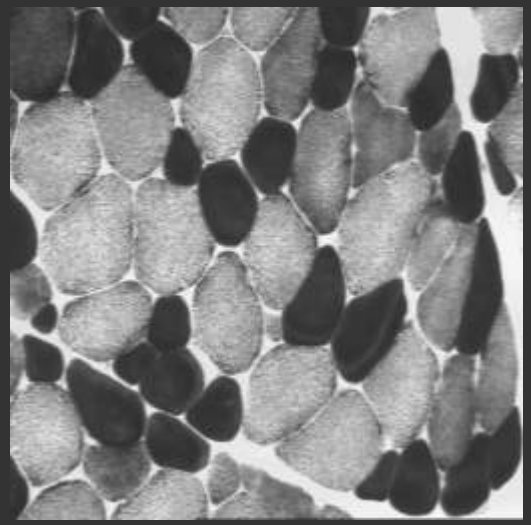


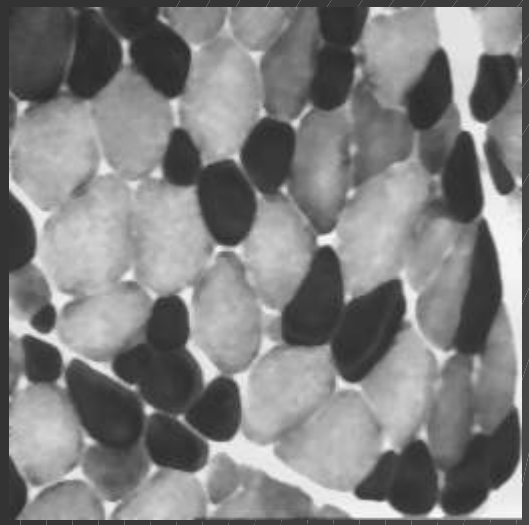
Originaux

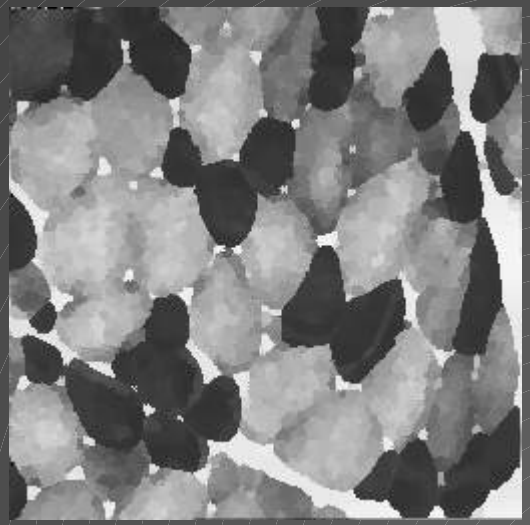
Médian



Nagao

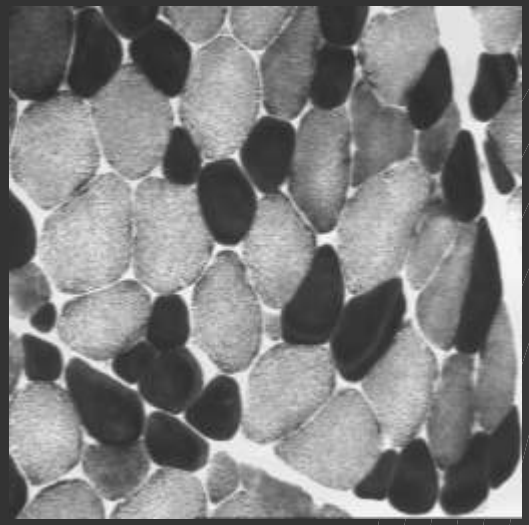


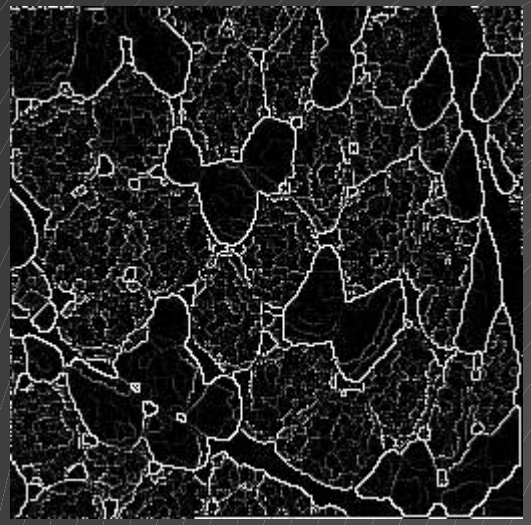




Filtres classiques
Détection de bords

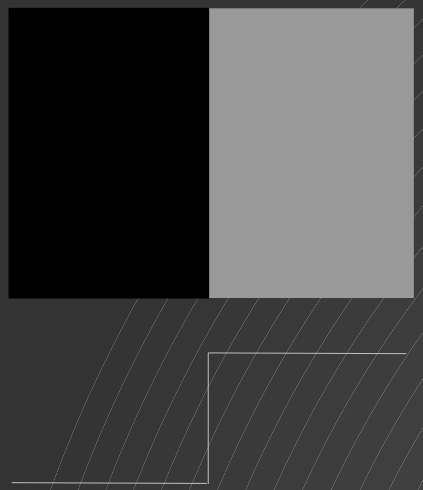
- Détection de bords
  - Comment se caractérise un contour ?
  - Comment trouver les contours ?
  - Pourquoi trouver les contours ?





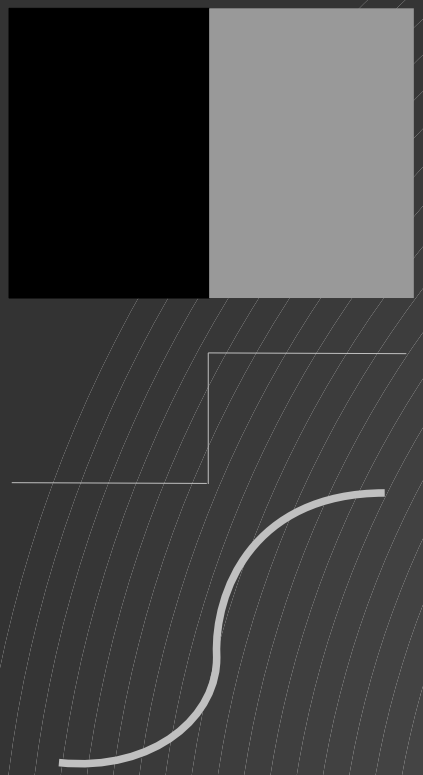
Filtres classiques
Détection de bords

- Définir la notion de bord / contour
  - Transition brutale (échelon)



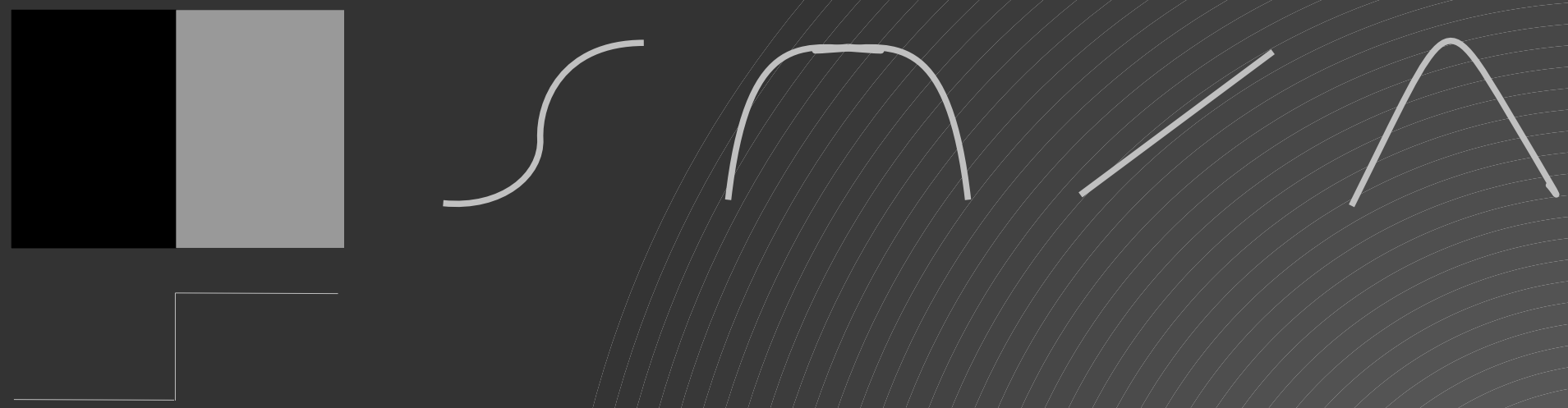
Filtres classiques
Détection de bords

- Définir la notion de bord / contour
  - Transition brutale (échelon)



Filtres classiques
Détection de bords

- Définir la notion de bord / contour
  - Quelle opération réaliser pour détecter ce type de motifs ?



Filtres classiques
Détection de bords

- Détection de bord : calcul de la dérivée ?

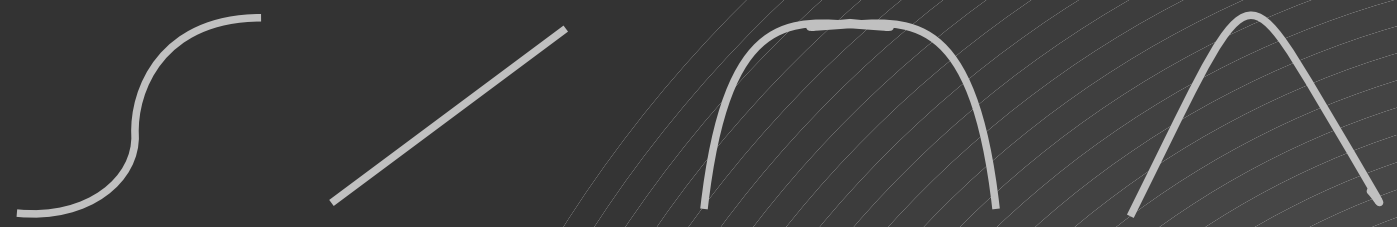
$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x}$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial y}$$

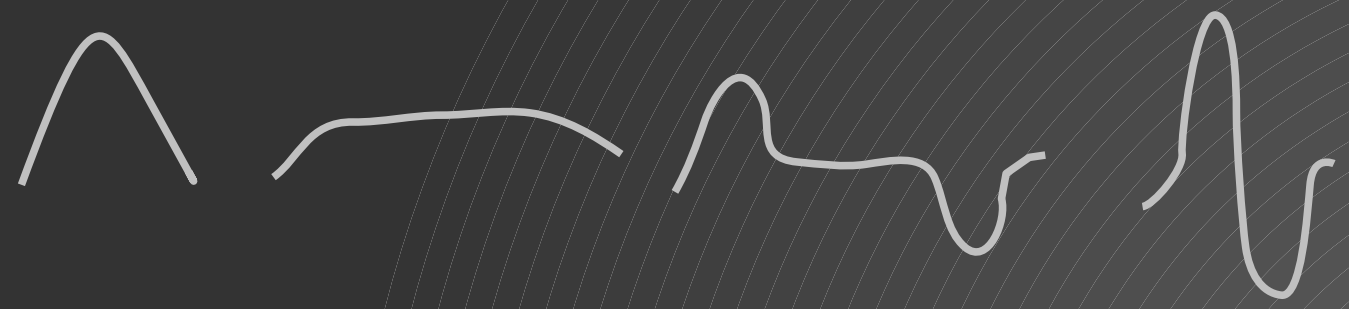
Filtres classiques
Détection de bords

- Détection de bord : calcul de la dérivée :
  - $$\lim_{h \to 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$$

Profil :



Dérivée :



- Recherche de maxima locaux ?

Filtres classiques
Détection de bords

- Calcul de la dérivée en 1 point x
  - En continu : $\lim_{h \to 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$
  - Dans notre cas (discret) :
    - f'(x) = (f(x+1) – f(x)) ou ½ * (f(x+1) – f(x-1))
    - Masques :

-1	1

1/2

-1	0	1

    - Attention signal 2D

Filtres classiques : Roberts
Détection de bords

- Filtre de Roberts

$$r(x,y) = \mathrm{sqrt}((i(x,y)-i(x-1,y-1))^2 + (i(x,y-1)-i(x-1,y)^2)$$

$$r(x,y) = | i(x,y)-i(x-1,y-1)| + |i(x,y-1)-i(x-1,y)|$$

- Contours pas forcement nets

Filtres classiques : Sobel, Prewitt
Détection de bords

- Sobel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

- Prewitt

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Pourquoi ces coefficients ?

Filtres classiques : Sobel, Prewitt
Détection de bords

- Sobel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

- Prewitt

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Inclusion du lissage...

Filtres classiques : Sobel, Prewitt
Détection de bords

Sobel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Prewitt

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

$$\begin{pmatrix} \dfrac{\partial f(x,y)}{\partial x} \\ \\ \dfrac{\partial f(x,y)}{\partial y} \end{pmatrix}$$

Filtres classiques : Sobel, Prewitt
Détection de bords

Sobel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Prewitt

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

$\text{sqrt}\ (sx^2+sy^2)$

$\tan^{-1}(sy/sx)$

Filtres classiques
Détection de bords

- Comment récupérer les contours à partir de l'image du gradient ?

Filtres classiques
Détection de bords

- Comment récupérer les contours à partir de l'image du gradient ?

Le vecteur gradient est orthogonal aux lignes de niveaux

plus sa norme est grande plus la transition est forte

On cherche une transition maximale

Filtres classiques
Détection de bords

- Comment récupérer les contours à partir de l'image du gradient ?

- Différentes stratégies :
  - Seuillage
  - Seuillage par hystérésis
  - Recherche de lignes de crête
- Problème :
  - Contour fermé/contour ouvert ?

Filtres classiques : Kirsch, Robinson
Détection de bords

- Kirsch and Robinson Compass Masks :

-3	-3	5
-3	0	5
-3	-3	5

-3	5	5
-3	0	5
-3	-3	-3

5	5	5
-3	0	-3
-3	-3	-3

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

0

0	1	2
-1	0	1
-2	-1	0

1

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

2 ... 7

Filtres classiques : Kirsch, Robinson
Détection de bords

- Kirsch and Robinson Compass Masks :

-3	-3	5
-3	0	5
-3	-3	5

-3	5	5
-3	0	5
-3	-3	-3

5	5	5
-3	0	-3
-3	-3	-3

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

0	1	2
-1	0	1
-2	-1	0

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

0 1 2 ... 7

L'amplitude est donnée par la plus forte réponse

L'orientation est déduite du masque qui a donné la plus forte réponse

« Sobel que l'on fait tourner... »

Filtres classiques : Frei-Chen
Détection de bords

- Frei-Chen

$1/(2\sqrt{2})$

1	$\sqrt{2}$	1
0	0	0
-1	$-\sqrt{2}$	-1

$1/(2\sqrt{2})$

1	0	-1
$\sqrt{2}$	0	$-\sqrt{2}$
1	0	-1

$1/(2\sqrt{2})$

0	-1	$\sqrt{2}$
1	0	-1
$-\sqrt{2}$	1	0

$1/(2\sqrt{2})$

$\sqrt{2}$	-1	0
-1	0	1
0	1	$-\sqrt{2}$

edge

1/2

0	1	0
-1	0	-1
0	1	0

1/2

-1	0	1
0	0	0
1	0	-1

1/6

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

1/6

-2	1	-2
1	4	1
-2	1	-2

line

1/3

1	1	1
1	1	1
1	1	1

9 masques qui forme une base.

Filtres classiques : Frei-Chen
Détection de bords

- Frei-Chen
  - La détection se fait seulement avec :

$1/(2\sqrt{2})$

1	$\sqrt{2}$	1
0	0	0
-1	$-\sqrt{2}$	-1

+rotations à 90°

$$theta = \arccos\left(\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{4}(W_k * I)^2}{\sum_{k=1}^{9}(W_k * I)^2}}\right)$$

  - Plus theta est grand, moins la bordure est marquée (theta est entre 0 et Pi).
- Avantage :
  - Plus robuste à différents niveaux d'illumination
  - Plus robuste car élimine les motifs lignes, points... de la détection
  - Peut être utilisé pour détecter les lignes en utilisant les masques 5 à 8 à la place des masques 1 à 4.

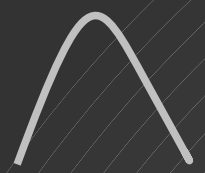
Filtres classiques : Le laplacien
Détection de bords

- Utilisation de la dérivée seconde
  - Un point de contour est un passage à zéro de la dérivée seconde

Filtres classiques : Le laplacien
Détection de bords

- Dérivée seconde :

f



f'

f''

Filtres classiques : Le laplacien
Détection de bords

- Calcul du laplacien
  - $f'(x) = f(x+1) – f(x)$
  - $f''(x) = f'(x+1) – f'(x)$
  - $f''(x) = f(x+2) – f(x+1) – f(x+1) + f(x)$

  - $f''(X) = f(X+1) – 2 * f(X) + f(X-1)$