Plan

3. Traitement - analyse d'image
    - Intro
    - Traitement
    - Transformations géométriques
    - Filtrage
    - Analyse - détection de contour

Pourquoi analyser une image ?

(Re)trouver des informations particulières

Pourquoi analyser une image ?

(Re)trouver des informations particulières
en vue d'une application précise.

Quelques exemples

Quelques exemples

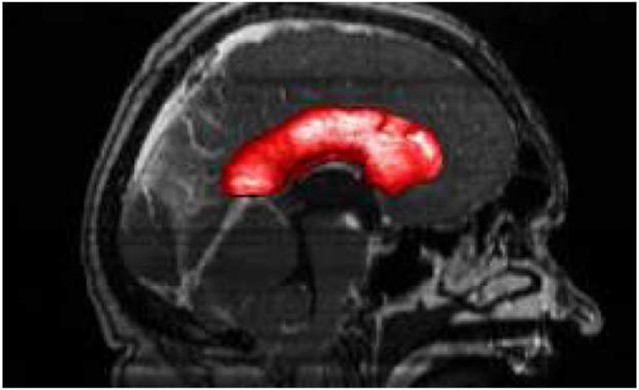


Création d'images *panoramiques*

Quelques exemples

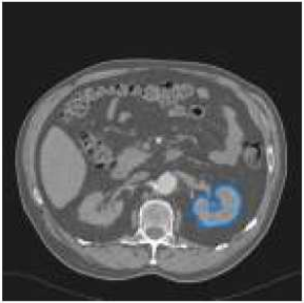
Création d'images *panoramiques*

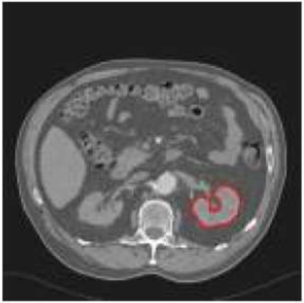
Quelques exemples



Segmentation d'images médicales

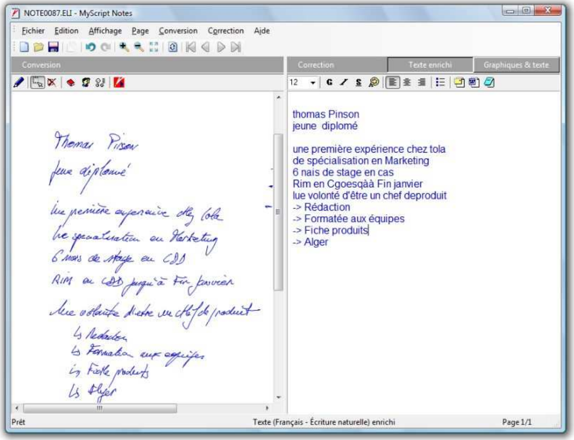
Quelques exemples





Segmentation d'images médicales

Quelques exemples



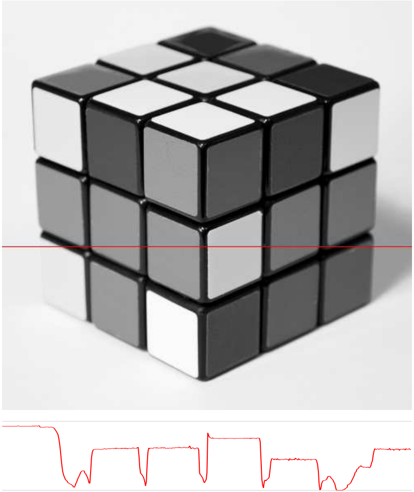
Reconnaissance de caractères

Contour

Exemple d'une ligne d'une image

Contour

Exemple d'une ligne d'une image

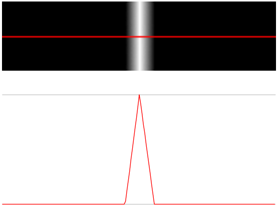


Contour

Différents types

Marche

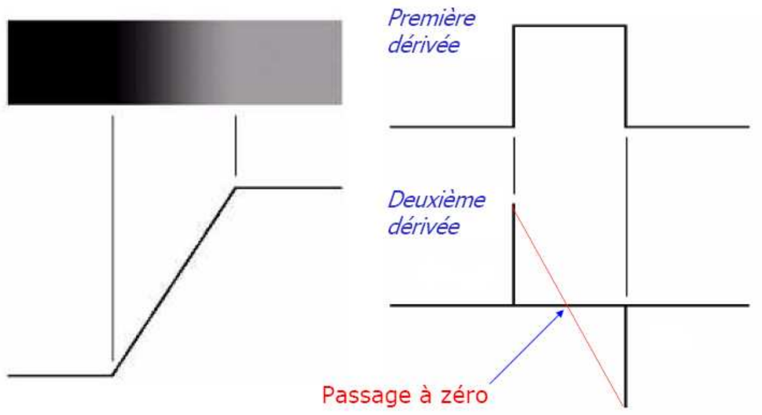
Rampe



Pic

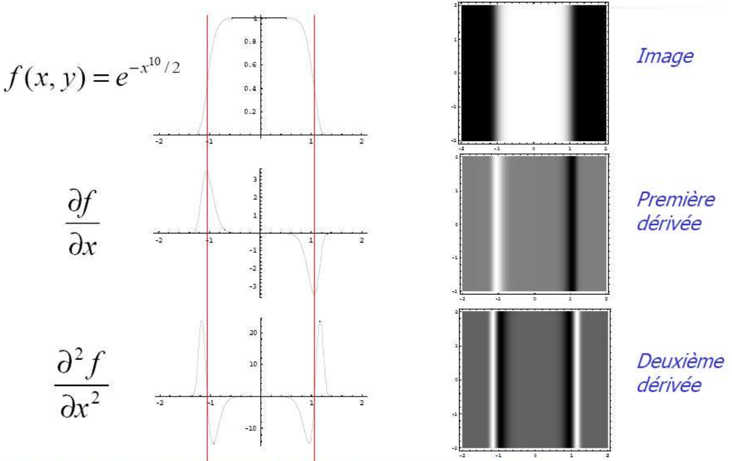
Contour

Interprétation en terme de dérivées



Contour

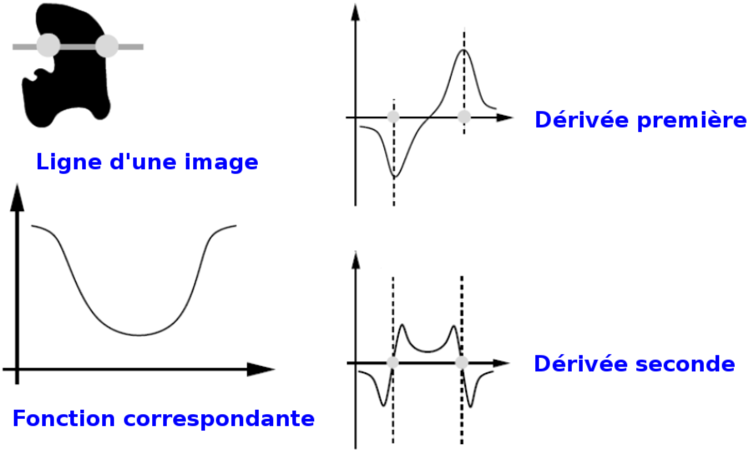
Interprétation en terme de dérivées



Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Contour

Interprétation en terme de dérivées



Contour

Interprétation en terme de dérivées

$$\text{Image } I \equiv \text{fonction } \left\{ \begin{array}{cccc} I & : & \mathbb{R}^2 & \rightarrow & \mathbb{R} \\ & & (x,y) & \mapsto & I(x,y) \end{array} \right.$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$$\text{Image } I \equiv \text{fonction} \left\{ \begin{array}{cccc} I & : & \mathbb{R}^2 & \rightarrow & \mathbb{R} \\ & & (x,y) & \mapsto & I(x,y) \end{array} \right.$$

$$\text{Dérivée de } I = \text{gradient de } I = \vec{\nabla} I = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial I}{\partial x}(x,y) \\ \dfrac{\partial I}{\partial y}(x,y) \end{pmatrix}$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

Image $I \equiv$ fonction $\left\{ \begin{array}{cccc} I & : & \mathbb{R}^2 & \rightarrow & \mathbb{R} \\ & & (x,y) & \mapsto & I(x,y) \end{array} \right.$

Dérivée de I = gradient de $I = \overrightarrow{\nabla} I = \left(\begin{array}{c} \frac{\partial I}{\partial x}(x,y) \\ \frac{\partial I}{\partial y}(x,y) \end{array} \right)$

Dérivée directionnelle de I suivant le vecteur $u = \left(\begin{array}{c} u_x \\ u_y \end{array} \right)$:

$$u_x \frac{\partial I}{\partial x}(x,y) + u_y \frac{\partial I}{\partial y}(x,y)$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

Dérivée seconde de I = Hessien de I :

$$H(I) = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 I}{\partial x^2}(x,y) & \frac{\partial^2 I}{\partial x \partial y}(x,y) \\ \frac{\partial^2 I}{\partial x \partial y}(x,y) & \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}(x,y) \end{pmatrix}$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

Dérivée seconde de I = Hessien de I :

$$H(I) = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial^2 I}{\partial x^2}(x,y) & \dfrac{\partial^2 I}{\partial x \partial y}(x,y) \\ \dfrac{\partial^2 I}{\partial x \partial y}(x,y) & \dfrac{\partial^2 I}{\partial y^2}(x,y) \end{pmatrix}$$

Laplacien de $I = \Delta(I) = \dfrac{\partial^2 I}{\partial x^2}(x,y) + \dfrac{\partial^2 I}{\partial y^2}(x,y)$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$I = (I(x, y))$ connue uniquement pour des valeurs x et y entières

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$I = (I(x, y))$ connue uniquement pour des valeurs x et y entières
$\rightarrow$ utilisation d'approximant pour calculer les dérivées premières et secondes

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$I = (I(x,y))$ connue uniquement pour des valeurs x et y entières
$\rightarrow$ utilisation d'approximant pour calculer les dérivées premières et secondes

$$\frac{\partial I}{\partial x}(x,y) \simeq \frac{I(x,y) - I(x-h,y)}{h} \underbrace{=}_{h=1} I(x,y) - I(x-1,y)$$

$$\frac{\partial I}{\partial y}(x,y) \simeq \frac{I(x,y) - I(x,y-h)}{h} \underbrace{=}_{h=1} I(x,y) - I(x,y-1)$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$I = (I(x,y))$ connue uniquement pour des valeurs x et y entières
$\rightarrow$ utilisation d'approximant pour calculer les dérivées premières et secondes

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x^2}(x,y) \simeq \frac{-I(x+h,y) + 2\, I(x,y) - I(x-h,y)}{h^2}$$
$$\underbrace{=}_{h=1} -I(x-1,y) + 2\, I(x,y) - I(x+1,y)$$

Contour

Interprétation en terme de dérivées

$I = (I(x, y))$ connue uniquement pour des valeurs x et y entières
$\rightarrow$ utilisation d'approximant pour calculer les dérivées premières et secondes

$$\frac{\partial^2 I}{\partial y^2}(x, y) \simeq \frac{-I(x, y+h) + 2\, I(x, y) - I(x, y-h)}{h^2}$$
$$\underbrace{=}_{h=1} -I(x, y-1) + 2\, I(x, y) - I(x, y+1)$$

Contour

Filtres *dérivées*

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

Image filtrée

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	0
0	1	−1
0	0	0

Filtre dérivée E
K_E

Image filtrée
$\bar{R}_E$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	0
-1	1	0
0	0	0

Filtre dérivée W
K_W

Image filtrée
$\bar{R}_W$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	−1	0
0	1	0
0	0	0

Filtre dérivée N
K_N

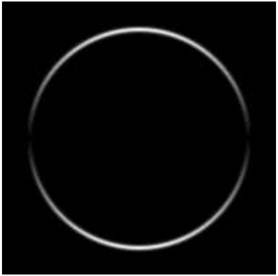


Image filtrée
$\bar{R}_N$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	0
0	1	0
0	−1	0

Filtre dérivée S
K_S

Image filtrée
$\bar{R}_S$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	−1
0	1	0
0	0	0

Filtre dérivée NE
K_{NE}

Image filtrée
$\bar{R}_{NE}$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	0
0	1	0
−1	0	0

Filtre dérivée *SW*
K_{SW}

Image filtrée
$\bar{R}_{SW}$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

Filtre dérivée NW
K_{NW}

Image filtrée
$\bar{R}_{NW}$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

0	0	0
0	1	0
0	0	−1

Filtre dérivée SE
K_{SE}

Image filtrée
$\bar{R}_{SE}$

Contour

Filtres *dérivées*

Image filtrée $\bar{R} = \frac{1}{8} \Big(\bar{R}_E(x,y) + \bar{R}_W(x,y) + \bar{R}_N(x,y) + \bar{R}_S(x,y) +$
$\bar{R}_{NE}(x,y) + \bar{R}_{SW}(x,y) + \bar{R}_{NW}(x,y) + \bar{R}_{SE}(x,y) \Big)$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

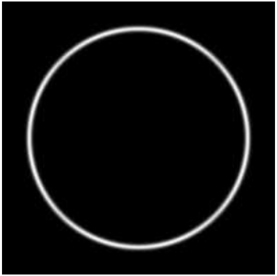


Image filtrée
$\bar{R}$

Contour

Filtres *dérivées*

Autre formule possible :

$$\text{Image filtrée } \bar{R} = \mathrm{Max} \Big(\bar{R}_E(x,y), \bar{R}_W(x,y), \bar{R}_N(x,y), \bar{R}_S(x,y), \bar{R}_{NE}(x,y), \bar{R}_{SW}(x,y), \bar{R}_{NW}(x,y), \bar{R}_{SE}(x,y)\Big)$$

Contour

Filtres *dérivées*

Image
I

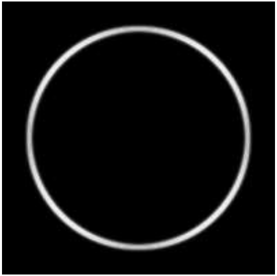


Image filtrée
$\bar{R}$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée première : filtres de *Prewitt* et *Sobel*

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée première : filtres de *Prewitt* et *Sobel*

$$K_1 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} 1 \\ a \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$K_2 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & a & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline \end{array}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée première : filtres de *Prewitt* et *Sobel*

$$K_1 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} 1 \\ a \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$K_2 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & a & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\Rightarrow R_1 = I * K_1 \ , \ R_2 = I * K_2 \text{ et } R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée première : filtres de *Prewitt* et *Sobel*

$$K_1 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} 1 \\ a \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$K_2 = \frac{1}{a+2}\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & a & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\Rightarrow R_1 = I * K_1 \;,\; R_2 = I * K_2 \text{ et } R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2}$$

Prewitt : $a = 1$ et *Sobel* : $a = 2$

Contour

Filtres *dérivées*

Variantes des filtres de Sobel et Prewitt

Contour

Filtres *dérivées*

Variantes des filtres de Sobel et Prewitt

Utilisation de 4 noyaux suivant les 4 directions E-W N-S NW-SE NE-SW

$$K_1 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \qquad K_2 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$K_3 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -a & -1 & 0 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & a \\ \hline \end{array} \qquad K_4 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -1 & -a \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline a & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Variantes des filtres de Sobel et Prewitt

Utilisation de 4 noyaux suivant les 4 directions E-W N-S NW-SE NE-SW

$$K_1 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \qquad K_2 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$K_3 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -a & -1 & 0 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & a \\ \hline \end{array} \qquad K_4 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -1 & -a \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline a & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\Rightarrow R_k = I * K_k \ (1 \leq k \leq 4) \quad \text{et} \quad R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Variantes des filtres de Sobel et Prewitt

Utilisation de 4 noyaux suivant les 4 directions E-W N-S NW-SE NE-SW

$$K_1 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -a & 0 & a \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline\end{array} \qquad K_2 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -a & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & a & 1 \\ \hline\end{array}$$

$$K_3 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline -a & -1 & 0 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & a \\ \hline\end{array} \qquad K_4 = \frac{1}{a+2} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -1 & -a \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline a & 1 & 0 \\ \hline\end{array}$$

$$\Rightarrow R_k = I * K_k \ (1 \leq k \leq 4) \quad \text{et} \quad R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2}$$

Prewitt : $a = 1$ et *Sobel* : $a = 2$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée seconde :

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée seconde :
Filtres de type *laplacien* :

$$K = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline -1 & 4 & -1 \\ \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée seconde :
Filtres de type *laplacien* :

$$K = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline -1 & 4 & -1 \\ \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{ou} \quad K = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 8 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Contour

Filtres *dérivées*

Autres filtres basés sur la dérivée seconde :
Filtres de type *laplacien* :

$$K = \begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -1 & 0 \\ \hline -1 & 4 & -1 \\ \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{ou} \quad K = \begin{array}{|c|c|c|}\hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 8 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{ou} \quad K = \begin{array}{|c|c|c|}\hline 1 & -2 & 1 \\ \hline -2 & 4 & -2 \\ \hline 1 & -2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Contour

Comparatif de filtres

Contour

Comparatif de filtres

L'image

Contour

Comparatif de filtres

Filtre dérivée

Contour

Comparatif de filtres

Filtre de Sobel

Contour

Comparatif de filtres

Filtre de Prewitt

Contour

Comparatif de filtres

Filtre *laplacien*

Contour

Traitement d'une image

Contour

Traitement d'une image

Traitement 1

Image

Contour

Traitement d'une image

Traitement 1

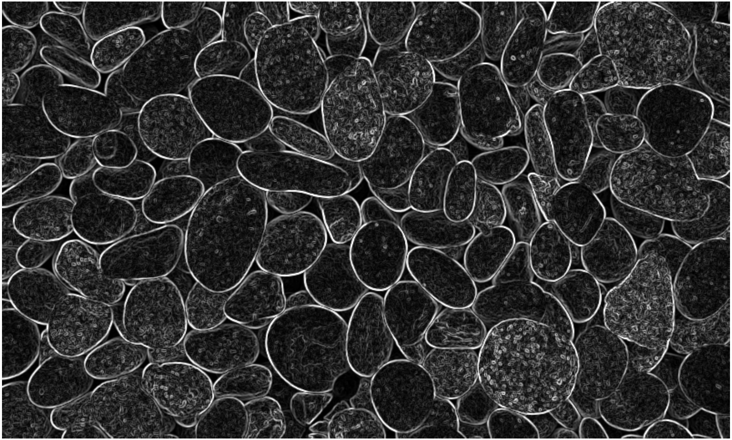


Image + filtre de Sobel

Contour

Traitement d'une image

Traitement 1

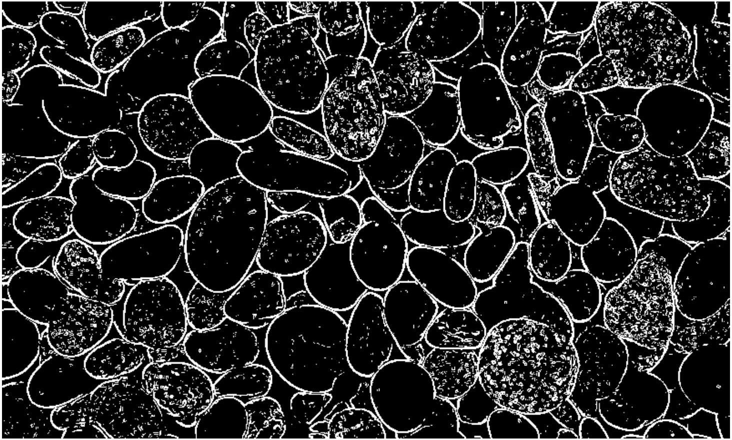


Image + filtre de Sobel + seuillage

Contour

Traitement d'une image

Traitement 2

Image

Contour

Traitement d'une image

Traitement 2

Image + lissage

Contour

Traitement d'une image

Traitement 2

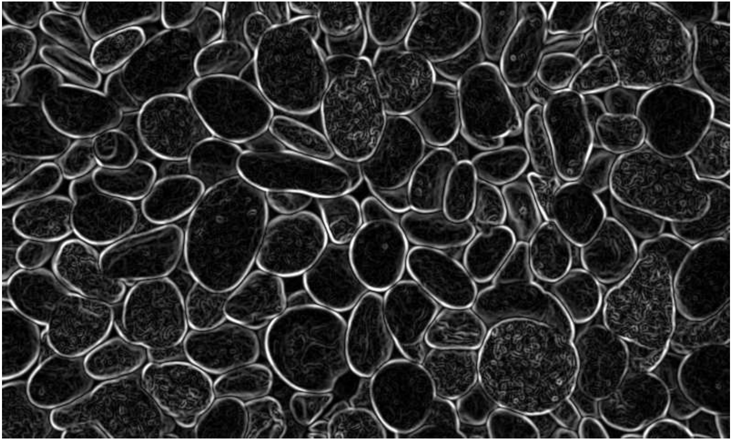


Image + lissage + filtre de Sobel

Contour

Traitement d'une image

Traitement 2

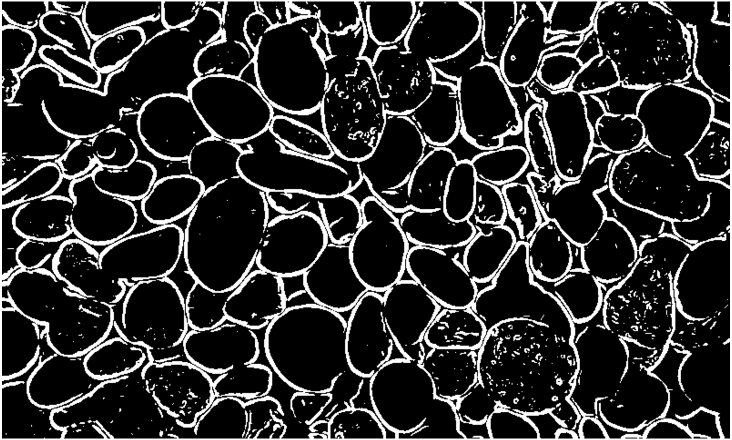


Image + lissage + filtre de Sobel + seuillage