

---

<b>Résumé</b>	Dans cet exemple, nous allons voir comment sont détectés les contours d'une image pour des fins de traitement ou même pour créer des effets visuels.
<b>Domaines du génie</b>	Informatique, Logiciel, Biomédical, Mines
<b>Notions mathématiques</b>	Produit de convolution
<b>Cours pertinents</b>	Analyse Appliquée
<b>Auteur(es)</b>	C. Bejjani, N. Khattabi, R. Labib

---

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Modélisation</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Résolution</b>	<b>3</b>
3.1	Lissage . . . . .	3
3.2	Détection de contour . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>5</b>
	<b>Références</b>	<b>5</b>

## 1 Introduction

L'analyse d'image est un domaine qui permet de soustraire de l'information à partir des caractéristiques d'une image. De nombreux problèmes d'application nécessitent un traitement préalable de l'image afin d'en détecter les contours. Les contours constituent en effet des indices riches pour certaines interprétations. En astrologie par exemple, on désire à partir d'un cliché pris par un télescope, pouvoir détecter de nouveaux corps célestes. Par ailleurs, en imagerie médicale, il est important de pouvoir déceler des tumeurs cancéreuses, à partir d'une scanographie. Dans l'exemple qui suit, nous présenterons une des nombreuses méthodes de détection utilisées en reconnaissance faciale et en imagerie satellite.



Figure 1: Nébuleuse de la tête de cheval.



Figure 2: Tumeur cérébrale.

## 2 Modélisation

Considérons une image numérique constituée de 36 pixels.

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Figure 3: Image de 36 pixels.

Chaque case de la figure 3 représente un pixel et le nombre associé à chacun d'eux représente un niveau de gris. Pour des fins de simplification, l'image est constituée de niveaux de gris où le niveau 0 représente du noir et où le niveau 16 représente du blanc.

Le procédé que nous allons utiliser afin de détecter les contours de l'image consiste en deux étapes :

- le lissage qui rend l'image originale floue et donc qui élimine les bruits et les variations brusques de l'intensité des pixels sur les contours, et

- la soustraction de l'image lissée de l'image d'origine pour n'en laisser que les contours.

### 3 Résolution

Afin de procéder au lissage, il convient tout d'abord de définir un produit de convolution. En une dimension, on a :

$$(f * g)(n) = \sum_{i=0}^n f(i) \cdot g(n - i) \quad (1)$$

où  $f$  et  $g$  sont deux fonctions.

En généralisant, on obtient, en deux dimensions :

$$(f * g)(n, m) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m f(i, j) \cdot g(n - i, m - j) \quad (2)$$

Dans le cas de la détection de contours,  $i$  et  $j$  représentent les coordonnées de pixels,  $f$  représente le niveau de gris et  $g$  représente la valeur du masque, qui sert à atténuer les variations subites d'intensité de l'image.

#### 3.1 Lissage

Le lissage est donc un produit de convolution bidimensionnel entre les niveaux de gris d'une image et les valeurs du masque. En général, les valeurs de ce dernier dépendent de l'application considérée.

Dans cet exemple, on a

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

$$* \frac{1}{16}$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

La convolution se fait en "collant" le masque sur un pixel de l'image et en effectuant le produit deux-à-deux des valeurs. Le résultat du pixel modifié est la somme de ces produits.

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

1	2	1
2	4	2
1	2	1

Ainsi, la nouvelle valeur du pixel bleu est :

$$\frac{1}{16}(0 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 4 + 0 \times 2 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 16 \times 1) = 1.$$

Après avoir appliqué le masque sur toute l'image, on obtient l'image lissée

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	16	16	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

 $\star \frac{1}{16}$ 

1	2	1
2	4	2
1	2	1

 $\longrightarrow$ 

0	0	0	0	0	0
0	1	3	3	1	0
0	3	9	9	3	0
0	3	9	9	3	0
0	1	3	3	1	0
0	0	0	0	0	0

L'image suivante illustre ce procédé



Figure 4: Image avant et après lissage.

Nous remarquons l'apparition de flou dans l'image lissée.

### 3.2 Détection de contour

Pour obtenir l'image des contours, on soustrait l'image lissée de l'image d'origine

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 16 & 16 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 16 & 16 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 3 & 3 & 1 & 0 \\ \hline 0 & 3 & 9 & 9 & 3 & 0 \\ \hline 0 & 3 & 9 & 9 & 3 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 3 & 3 & 1 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & -1 & -3 & -3 & -1 & 0 \\ \hline 0 & -3 & 7 & 7 & -3 & 0 \\ \hline 0 & -3 & 7 & 7 & -3 & 0 \\ \hline 0 & -1 & -3 & -3 & -1 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Figure 5: Image des contours.

L'image suivante illustre la détection de contours.

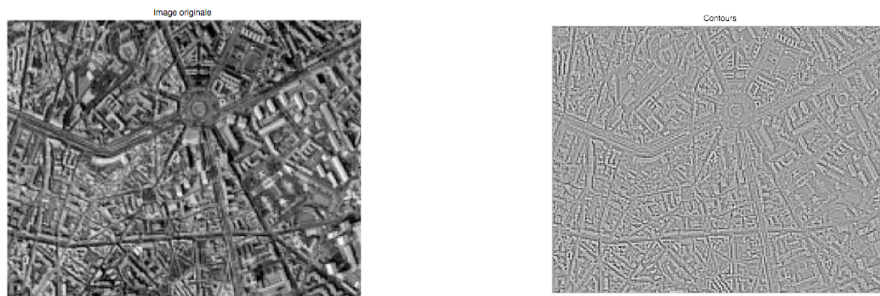


Figure 6: Contours d'une image satellite.

## 4 Conclusion

Le produit de convolution est utilisé dans bien d'autres techniques de traitement d'images comme pour l'élimination des bruits "sel et poivre" qui cause l'apparition de points blancs et noirs.

## Références

- [1] L. Seoud, référence personnelle.
- [2] Figure 1. [En ligne]. <http://addlaseyne.free.fr/etoiles/index.php>, Page consultée le 26 mai 2009.
- [3] Figure 6. Google Maps. Place de l'Italie, Paris.

