

Compte Rendu - Traitement d'Image

Luc ANCHLING, Eliott FURNION et Emma ORTIZ

20 Avril 2022

Modèle de Contours Actifs : Snake

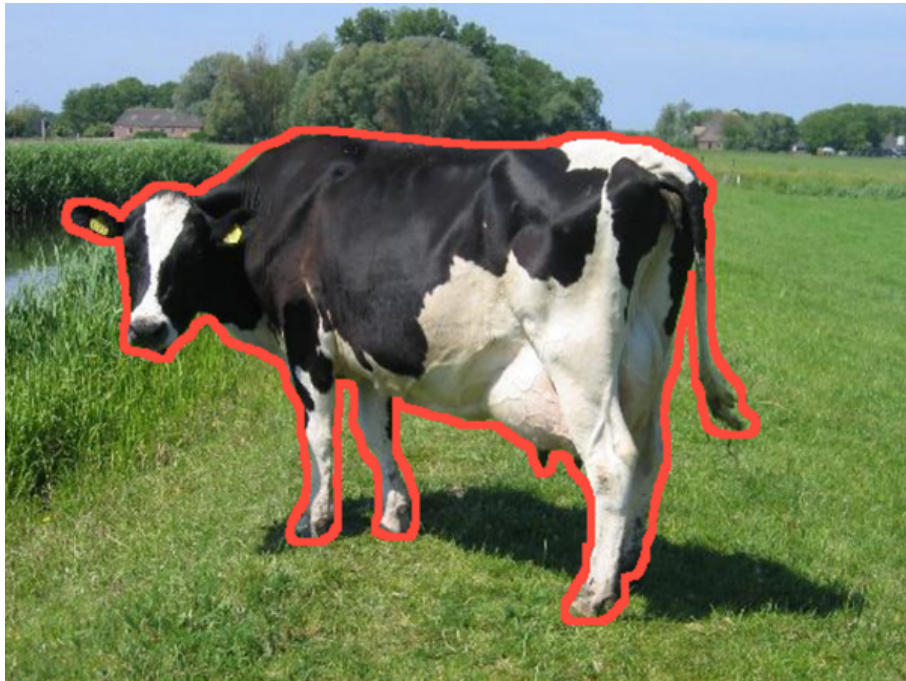


Table des matières

	Page
I Introduction	2
II Méthode à implémenter	3
II.1 Le Snake	3
II.2 L'influence des paramètres	3
III Résultats et interprétations	4
III.1 Pour <i>goutte.png</i>	4
III.2 Pour <i>im10.png</i>	6
IV Conclusion	8

I Introduction

Pour pouvoir faire de la segmentation en image, plusieurs méthodes automatiques sont à notre disposition, des méthodes d'histogramme par **seuillage**, de région par **LPE** ou encore de contours actifs par **Snake**.

Dans ce TP, on a décidé de partir sur la méthode de segmentation par contours actifs : le **Snake**. Les deux images dont on a voulu tester la segmentation sont les suivantes :



FIGURE 1 – Première image à étudier (*goutte.png*)



FIGURE 2 – Seconde image à étudier (*im10.png*)

Pour ces deux images, on va devoir déterminer le jeu de paramètres permettant de coller au mieux les contours de ces formes.

Les différents paramètres utilisés et leurs influences sur la forme de **Snake** obtenu seront décrits dans la partie suivante lors de la présentation de la méthode.

II Méthode à implémenter

II.1 Le Snake

On représente le Snake \mathbf{c} comme une courbe 2D paramétrée par $s \in [0, 1]$ tel que

$$c(s) = \begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix} \quad c : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}^2$$

On définit alors l'énergie interne du Snake telle que :

$$E_{interne}(c) = \frac{\alpha}{2} \|D_1 c\|_2^2 + \frac{\beta}{2} \|D_2 c\|_2^2$$
$$E_{externe}(c) = -\frac{\gamma}{2} \|\nabla I(c)\|_2^2$$

avec :

- D_1 l'opérateur matriciel des dérivées premières ;
- D_2 l'opérateur matriciel des dérivées secondes ;
- D_4 l'opérateur matriciel des dérivées quatrièmes ;

L'énergie totale du Snake est donc la somme des ces deux énergies que l'on note \mathbf{E} . De plus, on sait que le snake optimal est celui qui minimise \mathbf{E} . Pour cela, on montre dans le cours que :

$$\nabla E(c(s)) = -\alpha c^{(2)}(s) + \beta c^{(4)}(s) - \nabla[\|\nabla I(c(s))\|_2^2]$$

On obtient la relation suivante avec les notations des opérateurs matriciels définis précédemment :

$$\nabla E(c(s)) = -\alpha D_2 c(s) + \beta D_4 c(s) - \nabla[\|\nabla I(c(s))\|_2^2] \quad (1)$$

Minimiser \mathbf{E} revient à résoudre (1) = 0 et après avoir discrétiser spatialement l'équation (1) et poser $D = \alpha D_2 - \beta D_4$ on obtient :

$$\begin{bmatrix} Dx + \nabla_x[\|\nabla I[x, y]\|_2^2] = 0 \\ Dy + \nabla_y[\|\nabla I[x, y]\|_2^2] = 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Enfin, pour obtenir les itérations mise en place pour le code du Snake, on applique la méthode d'Euler implicite sur (2). Finalement, en posant $A = (Id - D)^{-1}$ on obtient le **schéma itératif de convergence** suivant :

$$x^{n+1} = A(x^n + \gamma \nabla_x[\|\nabla I[x^n, y^n]\|_2^2])$$
$$y^{n+1} = A(y^n + \gamma \nabla_y[\|\nabla I[x^n, y^n]\|_2^2])$$

II.2 L'influence des paramètres

Les paramètres α , β et γ permettent de modifier l'évolution du Snake au cours des itérations. En effet, chacun de ces paramètres ont une influence différentes sur le Snake :

- α correspond à l'énergie élastique, ce paramètre va donc influencer sur la vitesse de rétraction du Snake et donc permettre au Snake de plus ou moins "se tendre" ;
- β correspond à l'énergie de courbure, ce paramètre caractérise les changements d'inflexion du Snake ;
- γ correspond à l'énergie de l'image, ce paramètre va donc permettre de plus ou moins coller au gradient de l'image ;

Cependant, il n'existe pas de formule pour trouver chaque paramètre optimal ; en effet, les paramètres se trouvent de façon empirique et sont propres pour chaque image.

III Résultats et interprétations

Concernant le **critère d'arrêt**, l'objectif était de faire en sorte que l'**énergie** soit ce dernier. Le calcul de l'énergie a donc été effectué conjointement à l'avancée du snake.

En revanche, pour savoir quand il fallait stopper le processus, on a choisit de lancer le snake pour un grand nombre d'itérations afin de déterminer un nombre d'itération optimal une fois la courbe obtenue pour relancer le processus avec ce nombre d'itération plutôt que de faire un critère d'arrêt calculé en *direct*.

Ceci a été essayé à plusieurs reprises, en moyennant l'énergie pour lisser la courbe, en calculant un delta... mais l'énergie n'ayant pas le même profil pour chacune des images, il était compliqué d'en faire un générique.

III.1 Pour *goutte.png*

Pour obtenir un **Snake** optimal, les paramètres choisis sont les suivants :
$$\begin{cases} \alpha = 5 \\ \beta = 2 \\ \gamma = 10 \end{cases}$$

On obtient dans un premier temps, en utilisant comme critère d'arrêt le nombre d'itération et en en faisant suffisamment pour stabiliser le snake, le résultat suivant :

Alpha = 5 ; Beta = 2 ; Gamma = 10
Pour 6000 itérations



FIGURE 3 – Snake avec 6000 itérations

Remarques : Avec ces paramètres, et ce nombre d'itération, le snake prend bien les contours de la forme voulue en compte.

En revanche, lorsque l'on prend en compte les variations d'énergie associé au snake, on se rend compte qu'il est stabilisé bien avant ces 6000 itérations.

Pour les 6000 itérations, on a tracé l'énergie globale associée au snake, la voici :

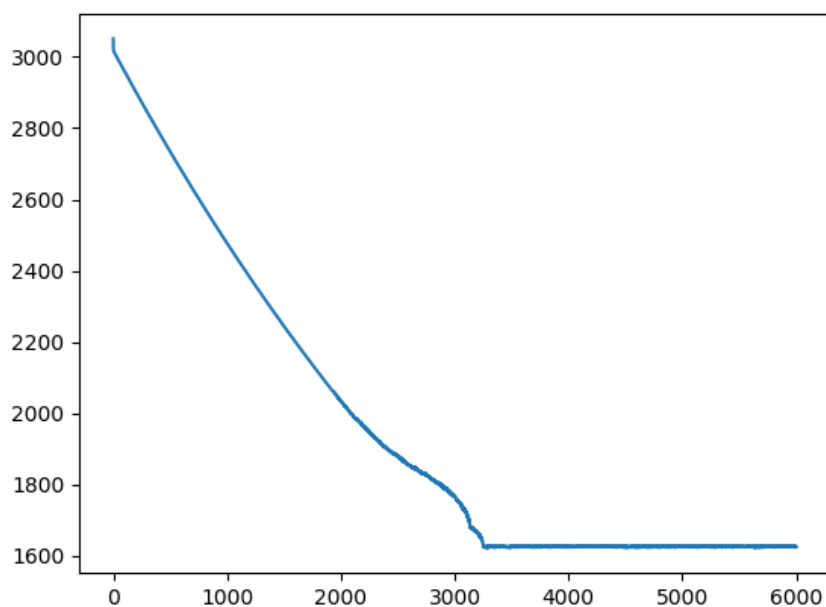


FIGURE 4 – Energie du Snake associée

Remarques : L'énergie se stabilise autour de 3200-3300 itérations, cela veut dire que sur les 6000 précédentes itérations, 2700 sont inutiles.

Regardons maintenant, ce que donne le snake pris, avec les mêmes paramètres, mais pour 3270 itérations. Le résultat est le suivant :

Alpha = 5 ; Beta = 2 ; Gamma = 10
Pour 3270 itérations



FIGURE 5 – Snake avec 3270 itérations

Remarques : On observe effectivement que pour ce nombre d'itération, le snake est celui que l'on souhaitait obtenir.

III.2 Pour *im10.png*

Pour obtenir un **Snake** optimal vis à vis de la forme de notre image, les paramètres choisis sont les

suivants :
$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = 0.5 \\ \gamma = 15 \end{cases}$$

On obtient dans un premier temps, en utilisant comme critère d'arrêt le nombre d'itération et en en faisant suffisamment pour stabiliser le snake, le résultat suivant :

Alpha = 1 ; Beta = 0.5 ; Gamma = 15
Pour 16000 itérations



FIGURE 6 – Snake avec 16000 itérations

Remarques : Avec ces paramètres, et ce nombre d'itération, on obtient bien le snake espéré.

Concernant maintenant l'étude de l'énergie associée à ce snake, pour les 16000 itérations, on obtient la courbe suivante :

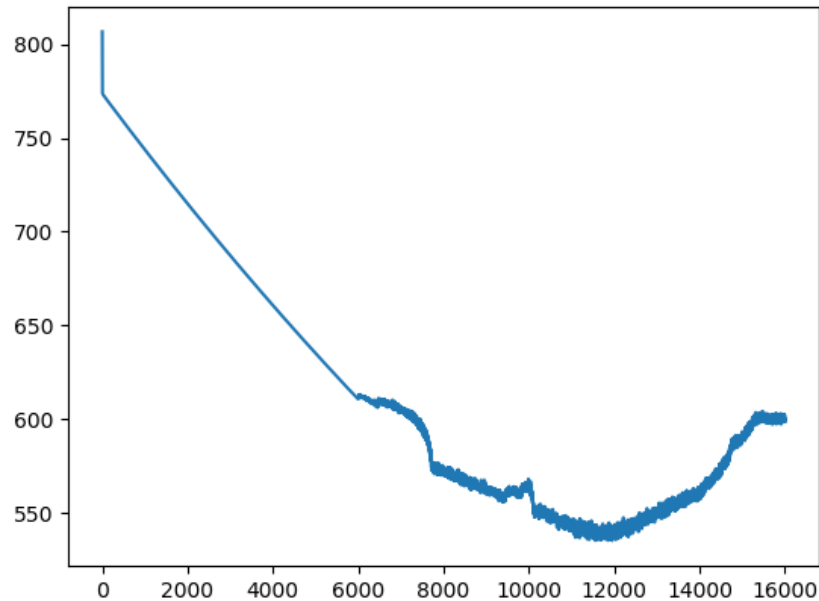


FIGURE 7 – Energie du Snake associée

Remarques : L'énergie associée a un profil relativement spécifique, en effet, en première approche elle devrait, comme celle associée à l'image précédente, avoir une allure décroissante sur la globalité du pro-

cessus. Mais, ici, ce n'est pas le cas.

Pour trouver un nombre d'itération optimal permettant d'obtenir le snake voulu pour le minimum d'itération possible, on pourrait d'abord prendre le nombre d'itération pour lequel il y a changement de signe de la dérivée première associée à cette courbe. (aux alentours de 12000 itérations)

Regardons maintenant, ce que donne le snake pris, avec les mêmes paramètres, pour 11900 itérations. Le résultat est le suivant :

Alpha = 1 ; Beta = 0.5 ; Gamma = 15
Pour 11900 itérations

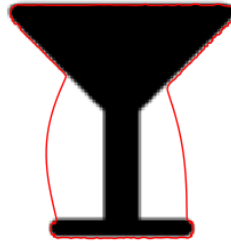


FIGURE 8 – Snake avec 11900 itérations

Remarques : Pour ce nombre d'itération, le snake n'est pas celui que l'on souhaitait obtenir, il faut donc prendre un nombre d'itération supérieur à celui pris précédemment.

En reprenant la courbe d'énergie, on va maintenant prendre le moment où elle devient *pseudo-stable*, soit pour 14500-14700 itérations.

Pour $n = 14600$, obtient le snake suivant :

Alpha = 1 ; Beta = 0.5 ; Gamma = 15
Pour 14600 itérations



FIGURE 9 – Snake avec 14600 itérations

Remarques : On constate que pour ce nombre d'itération, le snake obtenu est semblable à celui que l'on veut avoir. Le critère d'arrêt est donc correctement choisis lorsque l'on se base sur la stabilité de l'énergie globale associée au snake.

IV Conclusion

Pour conclure, nous sommes en possession d'un algorithme qui marche. Cependant, à chaque changement d'image, nous devons changer les paramètres pour que le Snake corresponde au mieux à l'image sélectionnée.

De plus, le critère d'arrêt de notre algorithme dépend du nombre d'itérations qui est un paramètre externe à notre image. Une des améliorations possibles de notre algorithme est donc de changer ce critère d'arrêt et le rendre dépendant de l'énergie du Snake.