

Effets du seuillage à hystérésis sur la détection de contours

Introduction

Dans une première partie, nous présentons le principe de la méthode. Puis, nous donnons quelques exemples de résultats obtenus en utilisant le filtrage par hystérésis. Ensuite, nous donnons deux exemples de défauts de la méthode, et nous concluons enfin par un petit résumé sur le filtrage à hystérésis.

Principe de l'algorithme

Le seuillage par hystérésis est une méthode de détection de contours basée sur le gradient de l'image. Les contours donnés par les fortes valeurs du gradient sont souvent étalés, voire flous. Le seuillage à hystérésis permet de les affiner et de ne conserver que les contours les plus cohérents. A cet effet, les pixels de l'image de gradient sont filtrés grâce à deux seuils distincts, T_1 et T_2 ($T_1 < T_2$). En dessous du seuil bas T_1 , on considère qu'il n'y a pas de contours. Au dessus du seuil haut, on décide qu'il y a un contour : ces contours sont ensuite complétés par les pixels compris entre T_1 et T_2 si et seulement s'ils sont connexes entre eux.

En résumé, les étapes de l'algorithme sont les suivantes :

- on effectue un calcul de gradient sur l'image à niveau de gris
- tous les pixels en dessous de T_1 sont mis à zéro
- tous les pixels au dessus de T_2 sont conservés
- on ne garde les pixels dont le niveau est entre T_1 et T_2 que s'ils sont connexes à au moins un pixel de niveau supérieur à T_2

Ainsi le niveau bas se débarrasse du bruit indésirable. Le seuillage haut ne garde que les composantes importantes mais incomplètes. La troisième étape permet de compléter ces contours.

Exemples

Voici quelques exemples de détections convenables des contours par seuillage à hystérésis.

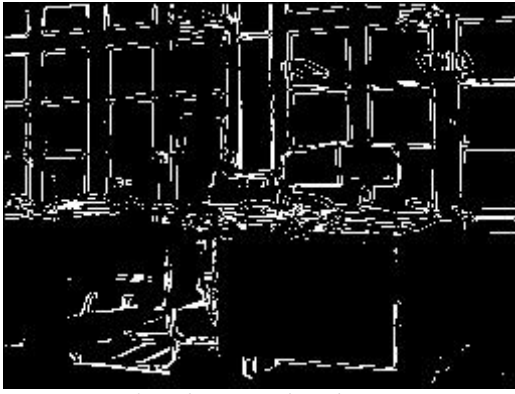
Bureau



Bureau.jpg



Bureau.jpg seuillée avec les paramètres $T_1 = 40$ et $T_2 = 70$



Résultat du passe-bande (T_1, T_2)



Résultat du passe-haut ($T_2, 256$)

Les contours grossiers obtenus par le filtrage haut sont complétés par les pixels entre les deux seuils.
Lena



Lena.jpg



Lena.jpg seuillée avec les paramètres $T1 = 44$ et $T2 = 60$



Résultat du passe-bande ($T1, T2$)



Résultat du passe-haut ($T2, 256$)

Dans ces exemples, on remarque que la détection s'est faite de manière convenable : on obtient des contours nets. Toutefois, il existe des cas (images à niveau de gris avec une texture très marquée

Limites et Défauts

1. Contours incomplets ou entachés de bruit

Le problème du seuillage par hystérésis repose sur le choix des seuils. Si le seuil haut est trop élevé, beaucoup de contours seront manquants. Il n'est pas non plus rentable de le prendre trop faible, car dans ce cas, le résultat peut être parasité : en ayant un seuil haut plus faible, certains pixels ne correspondant pas nécessairement aux contours voulus sont conservés et sont ensuite malheureusement complétés par connexité en contours complets dans le résultat final.



T2 = 48 : contour du miroir incomplet



T2 = 45 : contour complet, mais avec du bruit

2. Problème des images texturées.

Le problème d'une zone texturée est que le niveau de gris varie très rapidement spatialement. Ainsi, l'image de gradient obtenue contient de nombreux maxima locaux ne correspondant pas à des contours et impossible à éliminer par filtrage sans détériorer les contours que l'on aimerait garder.

Sur les images fortement texturées la méthode de seuillage est alors insatisfaisante :



image originale



resultat obtenu par filtrage

Conclusion

Dans de nombreux cas, le filtrage à hystérésis permet d'améliorer, à peu de coûts, la détection de contours classique par maximum du gradient. Il faut toutefois l'employer avec précautions, car elle peut supprimer les contours trop finement marqués ou échouer complètement avec certaines images, notamment avec les images comportant de grandes régions texturées où les variations du niveau de gris sont importantes et ne correspondent pas nécessairement à des zones de contours : c'est là un des principaux problèmes des méthodes de détection des contours par maximum du gradient.