

BINARISATION D'IMAGES PAR SEUILLAGE LOCAL OPTIMAL MAXIMISANT UN CRITERE D'HOMOGENEITE

K. CHEHDI, D. COQUIN

ENSSAT
LASTI / Groupe Image
B.P 447 , 22300 LANNION, FRANCE

Résumé : Dans cet article, nous présentons une méthode de binarisation pour des images variées. Elle est basée sur la détection automatique des différents seuils locaux de l'image en tenant compte des propriétés de chaque histogramme. Pour déterminer le seuil local optimal on maximise un critère d'homogénéité. La méthode développée a été testée sur plusieurs classes d'images, présentant des difficultés diverses; et les résultats obtenus sont satisfaisants.

Abstract : In this paper we present a threshold method for a variety of images. It is based on the automatic detection of the different local thresholds of the image, taking into consideration the local properties of each histogram. To detect the optimal local threshold we maximise a criterion of homogeneity. The method was tested on several classes of images, representing various difficulties. The results obtained were satisfactory.

1. INTRODUCTION

La binarisation est une des étapes les plus importantes dans une chaîne de reconnaissance des formes par vision; lorsque les objets à modéliser ne présentent pas de textures. C'est le cas pour la plupart des applications industrielles. La difficulté de la binarisation des images est liée à l'inhomogénéité de la réponse du capteur, aux effets d'ombre et à la nature des images à traiter.

Plusieurs méthodes de seuillage global ou local ont été développées jusqu'à lors [1,2,3,4,5,6,7,8,9], mais en majorité pour des applications spécifiques. Les méthodes de seuillage global peuvent être utilisées, si le niveau de gris du fond est uniforme, ainsi que celui de l'objet. En pratique cette situation est rarement rencontrée. Pour le seuillage local, plusieurs méthodes existent. Certaines sont coûteuses en temps et en espace mémoire, ou sont sensibles au bruit haute fréquence. D'autres sont performantes pour une classe d'images représentatives d'objets de faible réflectance disposés sur un fond de réflectance plus élevée. Mais leurs performances sont altérées en présence d'effets d'ombre.

Malgré la grande diversité des méthodes; l'automatisation de la technique de binarisation pose encore quelques problèmes. Or une mauvaise binarisation entraîne automatiquement une extraction erronée des paramètres caractérisant chaque forme à modéliser.

En tenant compte de ces remarques, nous avons développé une méthode de binarisation automatique par seuillage local. Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un critère local d'homogénéité pour détecter le seuil permettant de binariser l'image de manière optimale.

2 - METHODE DEVELOPPEE

Soit F l'image à traiter de taille $N*N$, subdivisée en plusieurs fenêtres W_j dont la taille de chacune est de $n*n$. Soit L

l'ensemble des niveaux de gris de W_j ; avec $L = \{0,1,\dots, L-1\}$;

où L est le niveau de gris maximal de la fenêtre W_j .

Nous cherchons à répartir les niveaux de gris de l'histogramme $h(L)$ de la fenêtre W_j en deux classes Ω_1 et Ω_2 correspondant respectivement aux objets et au fond; avec $\Omega_1 = \{0, 1, \dots, s\}$ et $\Omega_2 = \{s+1, \dots, L-1\}$; où s est le seuil à détecter.

Avant de définir le critère d'homogénéité utilisé, nous transformons l'histogramme local pour mettre en évidence sa nature unimodale, bimodale ou multimodale.

2.1 Transformation de l'histogramme.

L'opération de la transformation de l'histogramme original d'une fenêtre a pour but de caractériser chaque fenêtre W_j par un histogramme idéal H_i , unimodal bimodal ou multimodal, où les modes sont bien séparés [10].

Cette procédure est nécessaire pour le calcul des seuils. En effet, la plupart des histogrammes locaux sont bimodaux ou multimodaux, les limites de chaque mode ne sont pas bien définies, et le calcul des seuils devient donc délicat.

Pour mettre en évidence les classes les plus importantes de chaque histogramme, deux critères basés sur la mesure des fluctuations des niveaux de gris sont utilisés. En fonction de ces critères notés C_1 et C_2 , on transforme les fréquences d'apparition p_i des histogrammes de chaque fenêtre.

$$C_1 = |f(i,j) - f(i-1,j)| \leq 1$$

$$C_2 = |f(i,j) - f(i,j-1)| \leq 1 \quad \text{avec } f(i,j) \in W_j$$

C_1 et C_2 donnent donc une indication sur l'homogénéité d'un point par rapport à ces deux voisins les plus proches. En fonction de ces critères, les fréquences d'apparition p_i de l'histogramme sont modifiées de la manière suivante:

$$p_i = p_{i+1}; \text{ si } C_1 \text{ ou } C_2 \text{ est vrai}$$



$$p_i = p_i + 2 ; \text{ si } C1 \text{ et } C2 \text{ sont vrais}$$

$$p_i = p_i ; \text{ sinon}$$

Ce procédé met en évidence les différents modes de l'histogramme en diminuant les fluctuations des niveaux de gris.

2- 2 Recherche de seuils locaux

Pour la recherche de seuils locaux, nous avons appliqué sur chaque histogramme transformé, un critère d'homogénéité. Ce critère permet de séparer l'histogramme en deux classes sensiblement homogènes.

Le critère utilisé correspond à la fonction suivante:

$$U(L) = 1 - \frac{\text{var}_1^2 + \text{var}_2^2}{\text{var}_T^2}$$

var_i et var_T correspondent respectivement à la variance de la classe i et à la variance totale de l'histogramme transformé.

Pour analyser cette fonction, on se place dans le cadre général, c'est à dire, dans le cas où l'histogramme local est unimodal, bimodal ou multimodal avec des modes plus ou moins étalés. La figure (1) représente ces différents histogrammes et les fonctions d'homogénéité $U(L)$ correspondantes. Le maximum de chaque fonction est indiqué par une étoile (*).

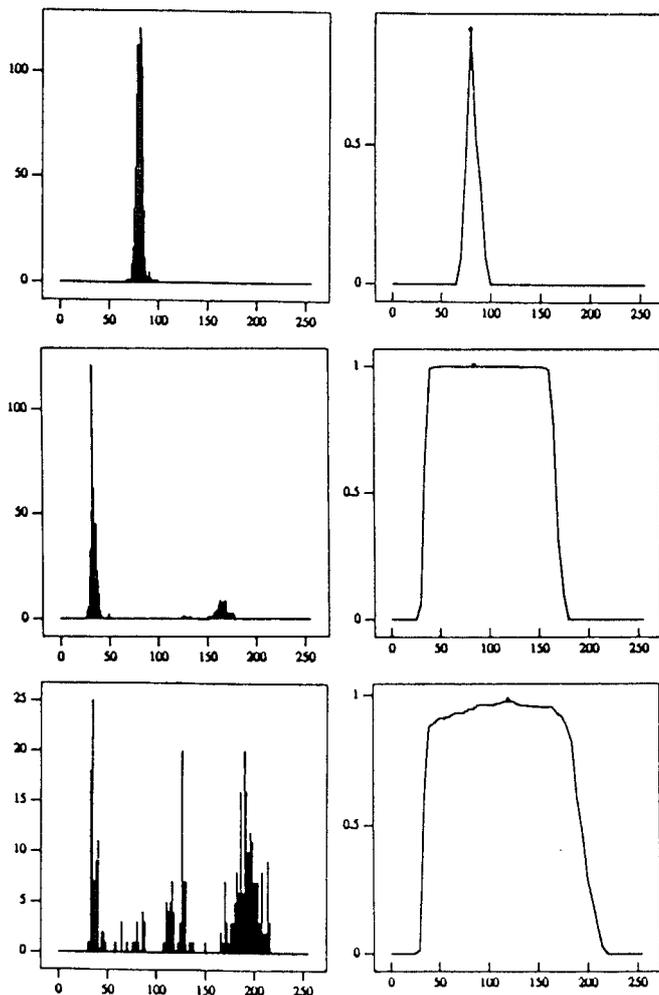


Figure 1 : Histogrammes et critères d'homogénéité correspondants.

Notons que dans le cas où l'histogramme est unimodal, la fonction $U(L)$ est maximale pour un niveau de gris correspondant pratiquement au pic de l'histogramme. Dans le cas où l'histogramme est bimodal ou multimodal, le niveau de gris pour lequel la fonction $U(L)$ est maximale, permet une meilleure séparation de l'histogramme en deux classes.

- Lorsque l'histogramme est unimodal (présence d'une région du fond ou de l'objet), il est difficile de déterminer le seuil à partir de la fonction $U(L)$. Il est donc inutile de calculer cette fonction sur ce type d'histogramme, d'où la nécessité d'identifier la nature de l'histogramme avant d'appliquer le critère d'homogénéité. Pour détecter la nature unimodale de l'histogramme local, nous lisons l'histogramme transformé, afin d'éliminer les niveaux de gris non significatifs. Ce traitement consiste à remplacer chaque fréquence d'apparition p_i de l'histogramme par la valeur moyenne des fréquences d'apparition voisines [10]. Une fois ce cas identifié, on affecte à la valeur du seuil un zéro dans une première étape.

- Lorsque l'histogramme est unimodal ou multimodal, on affecte à la valeur du seuil le niveau de gris pour lequel la fonction $U(L)$ est maximale.

Les valeurs de seuils obtenues sur l'image, forment ainsi une matrice S , de taille $n*n$.

Après cette étape, nous caractérisons la matrice de seuils S par sa moyenne m et son écart type σ . Puis pour valider ou rejeter les différents seuils déterminés par la fonction d'homogénéité le critère utilisé est le suivant :

- si $s < m - \sigma$ alors $s = 0$ (objet clair et fond sombre)
- si $s > m + \sigma$ alors $s = 0$ (objet sombre et fond clair)

avec $s \in S$

Enfin, pour homogénéiser les valeurs de la matrice des seuils, chaque valeur nulle du seuil est remplacée par la valeur moyenne des huit seuils voisins différents de zéro. Puis un lissage global est effectué sur l'ensemble des différents seuils.

Chaque fenêtre sera donc binarisée par la valeur du seuil correspondant.

3 - RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les images que nous cherchons à traiter proviennent de domaines d'applications variés. Les figures 2a, 3a, 4a, 5a et 6a représentent un exemple d'images traitées dans cet article. L'image microscopique de la figure 2a concerne le domaine de la biologie marine; elle est de mauvaise qualité et les formes à analyser sont complexes (effets d'ombre, présence de grains de sable,...). Celle de la figure 3a présente l'image "carrefour" dont la dynamique est faible. La figure 4a illustre un exemple d'image "xangiou" provenant du milieu médical, elle est de très faible dynamique et le fond est non uniforme. L'image "circuit" de la figure 5a, illustre un exemple d'application industrielle, pour le contrôle qualité. Enfin l'image microscopique "meb" de la figure 6a a un fond plus ou moins homogène.

La méthode développée a donc été testée sur plusieurs classes d'images, présentant des difficultés diverses. Les résultats obtenus sont satisfaisants. Les figures (2b, 3b, 4b, 5b, 6b) illustrent les résultats de traitement des images correspondant respectivement aux figures (2a, 3a, 4a, 5a, 6a).



Figure 2a : image originale



Figure 2b : image binaire

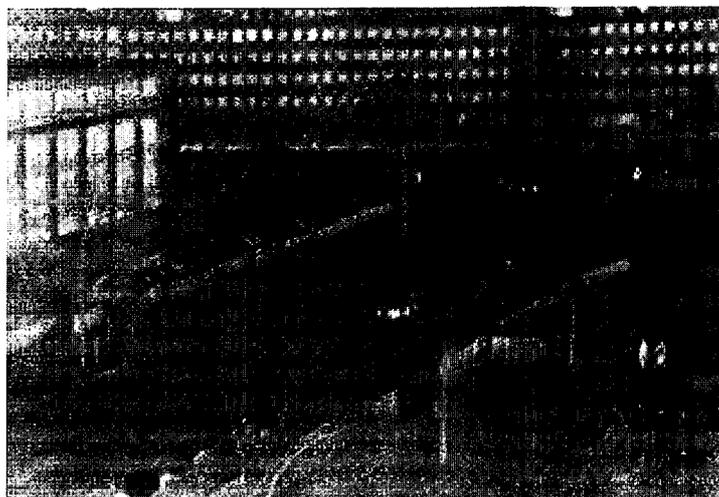


Figure 3a : image originale



Figure 3b : image binaire



Figure 4a : image originale



Figure 4b : image binaire

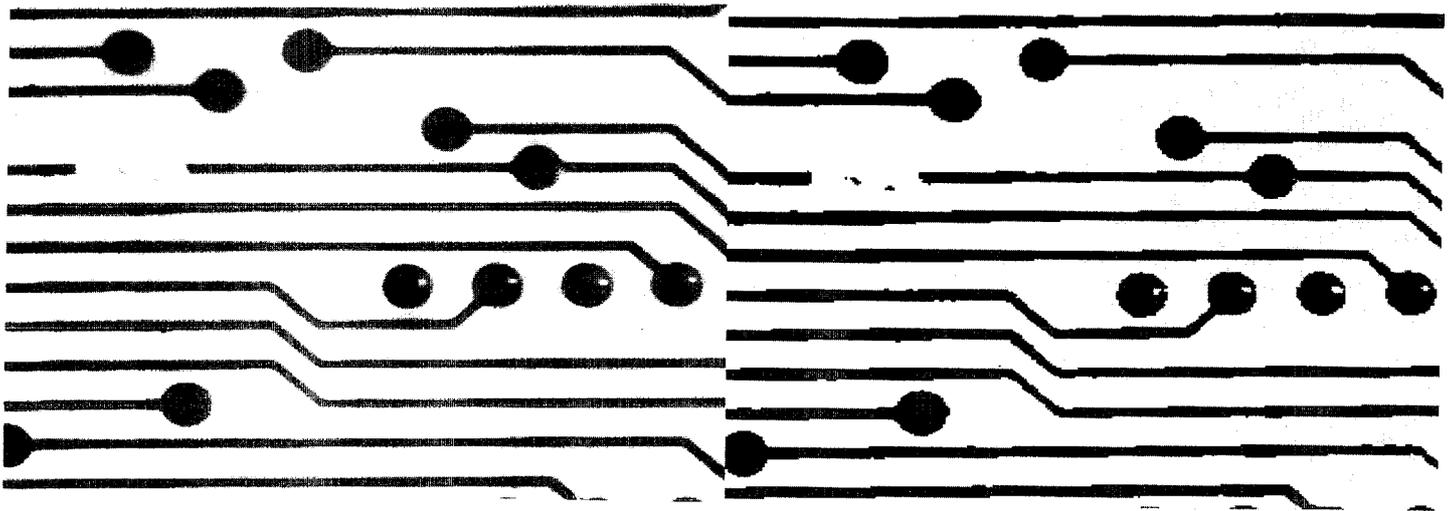


Figure 5a : image originale

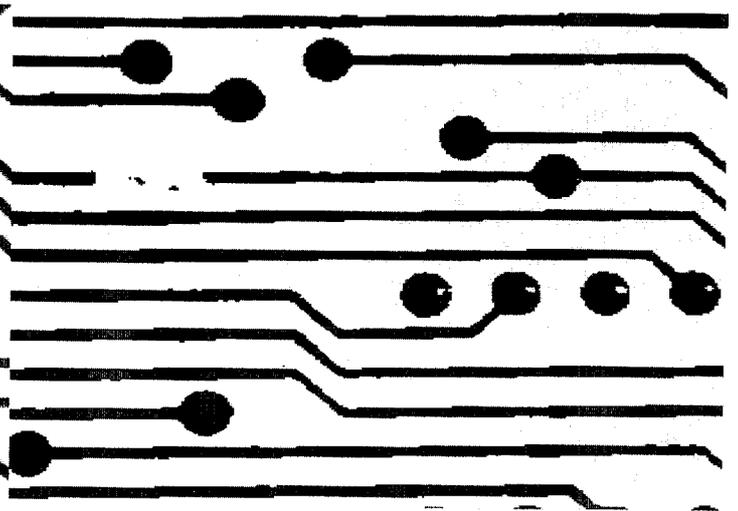


Figure 5b : image binaire

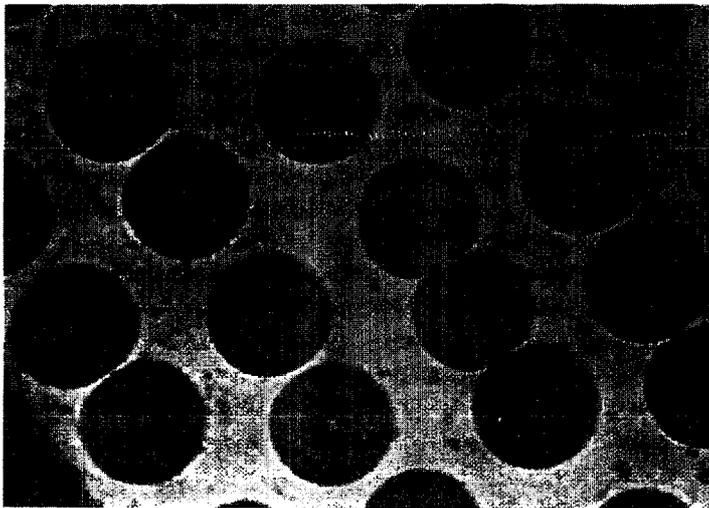


Figure 6a : image originale

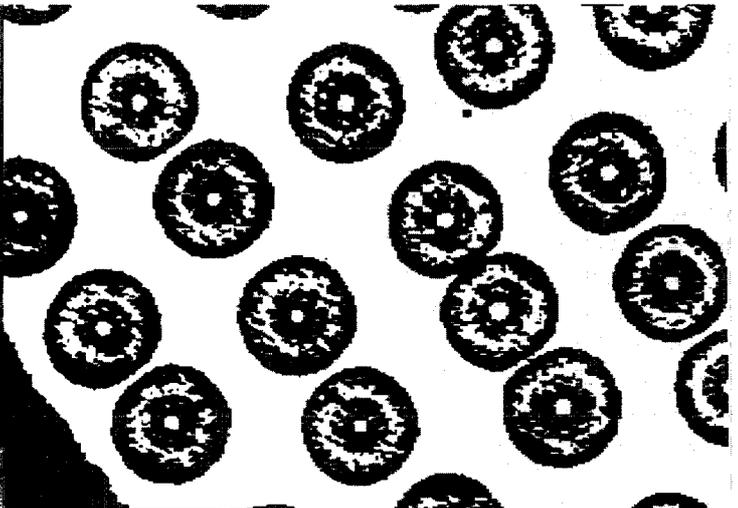


Figure 6b : image binaire

4 - CONCLUSION

Nous avons présenté dans cet article, une méthode de binarisation automatique applicable à plusieurs classes d'images d'objets clairs sur fond sombre ou inversement. Cette méthode s'avère donc performante par rapport à d'autres méthodes qui ne sont en général valables que pour des applications spécifiques. Le résultat du traitement obtenu permet de préserver les détails de chaque objet, ce qui contribuera à une meilleure modélisation et donc à une meilleure reconnaissance.

REFERENCES

- [1] P. K. Sahoo, S. Soltani and A. K. C. Wong, "A survey of thresholding techniques," *Comput. Vision Graphics Image Processing*, Vol.41, pp. 233-260, 1988.
- [2] A. Y. Wu, T-H. Hong and A. Rosenfeld, "threshold selection using quadtrees," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, Vol. PAMI-4, pp.90-94, January 1982,.
- [3] J. Kittler and J. Illingworth, "on threshold selection using clustering criterion," *IEEE Trans, Systems, Man. Cybernetics*, Vol.SMC-15, pp. 652-655, 1985.
- [4] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, "Survey, image segmentation techniques," *Comput. Vision Graphics Image Processing*, Vol. 29, pp.100-132,1986.
- [5] G. Johannsen and J. Bille, "A threshold selection method using information measures," in *Proc. V.I. Int. Conf. on Pattern Recognition*, Munich,1983.
- [6] J. M. White and G. D. Rohrer, "Image thresholding for optical character recognition and other applications requiring character image extraction," *IBM J. Res. Development*, 27, pp. 400-411, 1986.
- [7] G. Fetecke, G.O. Eklundh and A. Rosenfeld, "Relaxation : evaluation and application," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, Vol. PAMI-3, pp.460-469, 1981.
- [8] A. Rosenfeld and R.C. Smith, "Thresholding using relaxation," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, Vol. PAMI-3, pp. 598-606, 1981.
- [9] A. Chehikian, "Binarisation d'images: deux solutions à ce problème," *Revue de Traitement du Signal*, Vol. 6, n° 1, 1989.
- [10] K. CHEHDI et D. COQUIN, "Binarisation of various images by detecting local thresholds with a validation test", *IEEE. CCSP* mai '91, Victoria, Canada, p. 611-614.