

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE –
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE.



DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

**THESE DE DOCTORAT
EN ELECTRONIQUE**

Présentée par :

LASSOUAOUI Nadia

**Ingénieur d'Etat en Electronique
Magister en Electronique Option Signal et Communications**

**Segmentation des Images par Différentes
Approches : Applications aux Images
Biomédicales**

Devant le Jury d'examen composé de:

Président :	BERKANI Daoud	Professeur	ENP	ALGER
Rapporteurs :	HAMAMI Latifa	Maître de conférences	ENP	ALGER
	ZERGUERRAS Ahmed	Professeur	ENP	ALGER
Examineurs :	GUESSOUM Abderrezak	Professeur	Université	BLIDA
	SMARA Youcef	Professeur	USTHB	ALGER
	BELOUHRANI Adel	Maître de Conférences	ENP	ALGER
	SERIR Amina	Maître de Conférences	USTHB	ALGER
Invités :	KHELLADI Abdelkader	Professeur		CERIST
	NOUALI Nadia	Chargée de Recherche		CERIST
	AÏT ABDELKADER Belaïd	Médecin Spécialiste en Biochimie		CPMC

2004

Résumé

Un des problèmes les plus importants en traitement et analyse d'images et obligatoire dans tous les systèmes de vision artificielle est la **segmentation** qui conditionne fortement la qualité de l'interprétation.

Cette thèse est née du fait qu'il n'existe pas actuellement de technique universelle de segmentation qui soit en mesure de traiter la multitude d'images réelles pouvant apparaître en pratique. Chaque technique est plus ou moins adaptée à un certain contexte. Un problème de choix et de paramétrage des opérateurs en fonction du contexte, naît alors.

En plus des techniques de segmentation classiques par 'contours' et en 'régions', nous avons exploré différentes théories, à savoir : logique floue, fractale, multifractale, morphologie mathématique,...

Les nombreux avantages qu'offrent les algorithmes génétiques, ont fait que nous nous sommes intéressés à leurs apports dans la segmentation des scènes 2 D. L'algorithme de relaxation sélectionniste a été étudié et appliqué sur des images de scènes réelles. Des améliorations ont été apportées par proposition d'un opérateur de mutation qui s'adapte aux propriétés spatiales de chaque pixel. Une combinaison de cet algorithme avec les multifractales a donné de meilleurs résultats. Nous avons utilisé cet algorithme hybride pour la segmentation des images de cellules biologiques du col utérin qui, notons-le, sont très complexes. La classification des cellules est aussi effectuée par utilisation des algorithmes d'étiquetage et un critère de mesure de la morphologie des cellules (RNC).

Mots clés : Segmentation d'images, détection de contours, régions homogènes, étiquetage, classification, images réelles, cellules biologiques du col.

Abstract

One of the most important problems in image processing and necessary in all artificial vision systems is the **segmentation** which influences strongly the quality of interpretation.

This thesis is defined from the fact that it does not exist an universal segmentation technique which is able to process the multitude of real images which can appear in practice. Each technique is more or less adapted to a certain context. Thus, the problem of finding the parameters of operators according to the context is stated. In addition to the traditional segmentation techniques by 'edges' and by 'regions', we explored various theories (e.g.: fuzzy logic, fractal, multifractal, mathematical morphology).

Considering the great advantages of the genetic algorithms, we were interested in their contributions in the segmentation of the scenes 2D. The selectionist relaxation algorithm is studied and applied to real images. Improvements were made by proposing a mutation operator which adapts to the spacial properties of each pixel. We also combined this algorithm with the multifractals and better results are obtained. This hybrid algorithm is used for the segmentation of the biological cell images of the uterine collar, which are very complex. Also the classification of the cells is carried out with labelling algorithms and a criterion which measures their morphology RNC.

Key words : Image segmentation, edge detection, homogeneous areas, labelling, classification, real images, biological cells.

ملخص

تعد عملية التجزئة من أهم المشاكل في تحليل و معالجة الصور و من الخطوات الضرورية في جميع أنظمة الرؤية الاصطناعية التي تتوقف عليها نوعية ترجمة الصور. و كانت فكرة هذه المذكرة نتيجة لعدم وجود تقنية عالمية للتجزئة في الوقت الحالي التي بمقدورها معالجة معظم الصور الحقيقية التي تظهر في الواقع. فكل تقنية تلائم نوعا معينا من الصور، ومنه يطرح مشكل التقنية الملانمة و عواملها.

إضافة إلى التقنيات الكلاسيكية لتجزئة "الحدود" أو "المناطق" لجأنا إلى مختلف النظريات مثل: المنطق الغامض و فراكتال و متعدد فراكتال و المورفولوجية الرياضية و العديد من الايجابيات التي تقدمها الخوارزميات الوراثة، دفعتنا هذه الأخيرة إلى الاهتمام بما تقدمه في تجزئة المشاهد الثنائية الأبعاد (2D). فقمنا بدراسة و تطبيق خوارزمية التطابق الاصطناعي (relaxation selectionniste) على صور لمشاهد حقيقية. وأدرجنا تحويلات من خلال تقديم معامل التحويل الذي تأقلم مع مختلف الخصائص الموضوعية لكل النقاط. وأضفنا لهذه الخوارزمية تحليلا متعدد الفركتال وهو ما أدى إلى نتائج أفضل. فاستعملنا هذه الخوارزمية المهجنة في تجزئة الصور لخلايا بيولوجية ضمن عنق الرحم و التي تعتبر جد معقدة. كما قدمنا تصنيفاً لهذه الخلايا باستعمال خوارزمية التأشير و معيار لقياس مورفولوجيا الخلايا.

الكلمات الدالة : تجزئة الصور، تحديد الحدود ، المناطق المتجانسة، التأشير، التصنيف، الصور الحقيقية، الخلايا البيولوجية لعنق الرحم.

Sommaire

Introduction Générale	2
Problématique	6
Chapitre 1: Analyse d'images : Etat de l'art sur la segmentation	
1.1 Introduction	8
1.2 Le processus d'analyse d'images	8
1.3 Critères d'évaluation	10
1.4 Approches frontières	13
1.4.1 Détection de contours par le calcul du gradient	13
1.4.2 Détection de contours par le Laplacien	17
1.4.3 Amincissement des lignes de contours	18
1.4.4 Seuillage	19
1.4.5 Le prolongement, la correction et le chaînage	19
1.5 Approches régions	21
1.5.1 Méthodes basées sur l'exploitation de l'histogramme	21
1.5.2 Croissances de régions	22
1.5.3 Segmentation par relaxation	24
1.6 Segmentation des images texturées	25
1.7 Coopération par fusion région/ contour	28
1.8 Conclusion	28
Chapitre 2: Segmentation des images : Algorithmes et applications	
2.1 Introduction	31
2.2 Approches de détection de contours	31
2.2.1 Détection de contours par la théorie fractale	31
2.2.1.1 Algorithme Spectral	32
2.2.1.2 Calcul du Variogramme	35
2.2.1.3 Méthode Vario-Spectrale	35
2.2.2 Détection de contours par la théorie multifractale	36
2.2.3 Détection de contours par la morphologie mathématique	39
2.2.3.1 Morphologie Mathématique à deux niveaux de gris	39
2.2.3.2 Morphologie mathématique à plusieurs niveaux de gris	41
2.2.3.3 Filtrage morphologique	41
2.2.3.4 Détection de contours par utilisation du gradient morphologique	42
2.2.3.5 L'amincissement morphologique	43
2.2.3.6 La ligne de partage des eaux	44
2.2.4 Autres approches de détection de contours	45
2.2.5 Conclusion	46
2.3 Approches de segmentation en régions homogènes	46
2.3.1 Techniques de seuillage	46
2.3.1.1 Maximisation de l'entropie a Posteriori	47
2.3.1.2 Algorithme de binarisation automatique	47
2.3.1.3 Algorithme multiseuillage de Fisher	48
2.3.2 Segmentation par la logique floue	50
2.3.2.1 Segmentation par seuillage floue	50
2.3.2.2 Algorithme Fuzzy C-Means	53
2.3.3 Algorithme de relaxation	56
2.3.4 Algorithme de dichotomie hiérarchique d'histogramme	59
2.3.5 Segmentation Multifractale	63

2.3.6	Segmentation par la morphologie mathématique	64
2.3.7	Conclusion	66
2.4	Segmentation par étiquetage en composantes connexes	67
2.4.1	Algorithme d'étiquetage par balayage séquentiel de l'image	68
2.4.1.1	La première phase	69
2.4.1.2	La deuxième phase	70
2.4.2	Algorithme de masquage récursif	71
2.5	Conclusion	74

Chapitre 3: Les Algorithmes Génétiques : Théorie et Applications en Vision

3.1	Introduction	76
3.2	Fondements des algorithmes génétiques	77
3.2.1	La représentation chromosomique	77
3.2.2	La population initiale	78
3.2.3	La fonction d'évaluation	78
3.2.4	Les opérateurs génétiques	78
3.2.4.1	Sélection	79
3.2.4.2	Croisement	81
3.2.4.3	Mutation	83
3.2.5	La nouvelle population	84
3.3	Les paramètres d'un AG	84
3.3.1	La taille de la population	84
3.3.2	Le taux de croisement	84
3.3.3	Le taux de mutation	84
3.3.4	Le fossé des générations	85
3.3.5	Taux de diversité	85
3.4	Les étapes d'un AG	85
3.5	Les variantes du modèle génétique	86
3.5.1	L'algorithme génétique canonique	86
3.5.2	L'algorithme génétique modifié	87
3.6	Association des AGs avec des méthodes locales	88
3.7	Le parallélisme	88
3.7.1	Parallélisme par îlots	89
3.7.2	Parallélisation des calculs	89
3.8	Applications des algorithmes génétiques en vision	90
3.9	Conclusion	97

Chapitre 4: Applications des algorithmes génétiques en segmentation et classification des images cytologiques

4.1	Introduction	99
4.2	Segmentation avec un algorithme génétique : La relaxation sélectionniste	99
4.2.1	Description générale de la méthode	99
4.2.2	Les éléments de la méthode	100
4.2.3	Les étapes de l'algorithme	102
4.2.3.1	Initialisation	102
4.2.3.2	Sélection	102
4.2.3.3	Recombinaison et Mutation	103
4.2.4	Paramètres de l'algorithme	104
4.2.5	Variances locales de la mutation	106
4.2.6	Application à la segmentation des images de scènes réelles	109
4.3	Segmentations Multifractale-Génétique	115
4.3.1	Algorithme Multifractal-Génétique	115
4.3.2	Description de la méthode multifractale-génétique	116
4.3.2.1	Module de modélisation	117
4.3.2.2	Procédure de classification	118
4.3.3	Applications	118

4.4 Algorithme de relaxation multifractal-sélectionniste	119
4.5 Classification des cellules biologiques du col utérin	124
4.5.1 Calcul du rapport nucléo-cytoplasmique de chaque cellule	124
4.5.2 Classification selon le RNC	125
4.5.3 Application	125
4.6 Conclusion	128
Conclusion Générale	130
Bibliographie	133